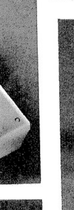
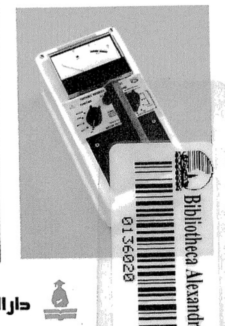
اساسيات
الفيزياء الطبيه واجهزتها

أ.د. محمد احمد محمود جمعه







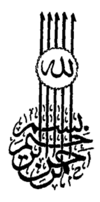


Bibliotheca Alexandrina
0136020

دار الراتب الجامعية
DAR EL-RATEB AL-JAMIAH

اساسيات

الفيزياء الطبيه واجهزتها



شركة منشورات :
دار الراتب الجامعية

سجل تجاري ٤٧١٨٤ / بيروت

الادارة : بناية اسكندراني رقم (٣) الطابق (٢) مقابل مسجد الجامعة
المكتبة : بيروت ـ بناية سعيد جعفر ـ تجاه جامعة بيروت العربية
ص . ب : ١٩٥٢٢٩ بيروت / لبنان
تلفون : ٣٠٦٥٠٥ ـ ٣١٧١٦٩ ـ ٣١٣٩٢٣ ـ ص . ب . ١٩٥٢٢٩
تلكس RATEB 43917 LE

اساسيات

الفيزياء الطبيه واجهزتها

أ.د. محمد احمد محمود جمعه





حقوق الطبع محفوظة للناشر

تقـديم

يهدف الكتاب الى تعريف المواطن العادي بالاشعة الطبية. وكما هو معروف للجميع إن هذه الأشعة تستخدم في تشخيص الامراض ولعلاجها.

وتقسم الاشعة الطبية الى عدة مجموعات أهمها الاشعة الكهرومغناطيسية والمواد المشعة وفوق الصوتيات وعليه فإن الهدف الرئيسي الأول لهذا الكتاب هو التعريف بالاشعة السينية والمواد المشعة وفوق الصوتيات، دون التركيز على النظريات العلمية أو استخدام المعادلات الرياضية العالية في التعريف والاستعانة بخواص وصفات هذه الأشعة.

وبعد التعريف بالاشعة الطبية يكون الهدف الرئيسي الثاني لهذا الكتاب هو شرح مبسط لاستخدام الاشعة الطبية في تشخيص الأمراض وكذلك شرح مبسط في استخدام هذه الأشعة للعلاج.

ولما كانت الاشعة الطبية تنطلق من خلال اجهزة ومعدات تدخل حاليا ضمن أحد أفرع علم الهندسة الكهربائية والمعروف حاليا بعلم الهندسة الحيوية الطبية لذا فإن الهدف الرئيسي الثالث لهذا الكتاب هو الالمام بمكونات هذه الأجهزة من خلال ذكر خواصها وصفاتها.

وتعتمد الفكرة الرئيسة لهذا الكتاب على على عدة وسائل للإيضاح كالمادة العلمية والرسوم التوضيحية والمراجع العلمية واخيرا قائمة بالمصطلحات العلمية العربية والانكليزية التي استخدمت فصلا فصلا.

ولتحديد من هو المستفيد من قراءة هذا الكتاب فهو القارىء العادي المهتم بقضايا تبسيط العلوم وطلبة المرحلة الثانوية وطلبة المعاهد الصحية وطلبة كليات الطب والهندسة والعلوم والتربية والعاملين في المجال الطبي والعاملين في مجال الوقاية من الاشعاع والعاملين في مجال الفيزياء الصحية.

المكتبة العربية في حاجة الى كتاب معاصر يصل الى المريض والطبيب والجهاز الفني لذا اخترت الموضوع وأسلوب العرض ليلبي احتياجات القاعدة العريضة من المواطنين.

ويمكن تقسيم الكتاب الى ثلاثة أبواب. **الباب الأول** يختص بالاشعة الكهرومغناطيسية والأجهزة والباب الثاني يختص بظاهرة النشاط الاشعاعي وتفاعل الاشعاع مع المواد والكشف عن الاشعاع **والباب الثالث** يختص بالتطبيقات والذي يشتمل على فوق الصوتيات والطب النووي والتشخيص والعلاج بالاشعاع. وختاما فإن الكتاب الحالي يتضمن ٧٠ شكل توضيحي واكثر من ٥٠٠ مصطلح علمي باللغتين العربية هذا بالاضافة الى المراجع التي يرجو المؤلف الرجوع لها عند الحاجة الى ذلك والله الموفق.

د. محمد احمد محمود جمعة

القاهرة اغسطس ١٩٨٥

روجع في أبها

يناير ١٩٨٦

ربيع ثاني ١٤٠٦

محتويات الكتاب

الباب الأول

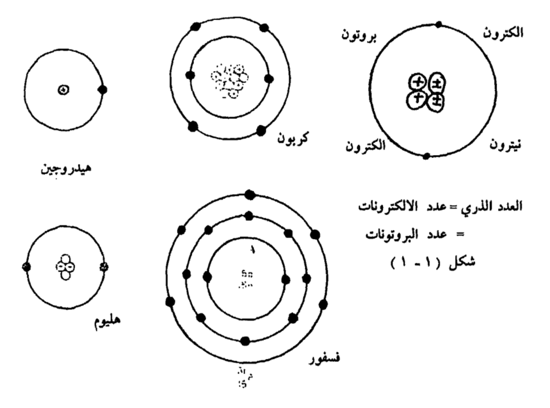
الأشعة الكهرومغناطيسية والأجهزة

الفصل الأول

التركيب الذري والأشعة الكهرومغناطيسية

الـذرة

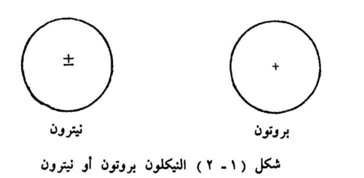
١ ـ العـدد الذري لعنصـر هو عـدد الالكترونـات في الذرة المتعـادلة. والعدد الذري يحدد الشحنة النـووية. كـما ان العدد الـذري لعنصر هـو عدد البروتونات في نواة ذرة العنصر. (شكل ١ ـ ١) .



شكل (١ ـ ١)

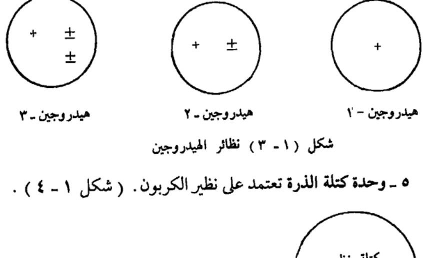
٢ ـ **والنيكلون** قد يكون بروتون او نيترون بنواة الذرة. (شكل١ ـ ٢) .

٣ ـ **جميع نظائر العنصر** لها نفس العدد الذري. وتحدد الخواص الكيمائية لعنصر بواسطة العدد الذري. كما أن الخواص الكيميائية متشابهة لعنصر له نظائر مختلفة.



شكل (١ - ٢) النيكلون بروتون أو نيترون

٤ ـ **غاز الهيدروجين** مثلا له ثلاثة نظائر كل نظير له نفس الخواص الكيمائية (شكل ١ ـ ٣) .



شكل (١ - ٣) نظائر الهيدروجين

٥ ـ **وحدة كتلة الذرة** تعتمد على نظير الكربون. (شكل ١ ـ ٤) .

كتلة نظير كربون ١٢ ÷ ١٢ = وحدة كتلة الذرة شكل (١ - ٤)

٦ ـ كتلة البروتون أقل من كتلة النيترون. وهي تعادل تقريبا ١٨٠٠ مرة كتلة الالكترون.

٧ ـ طاقة الربط للالكترون هي الطاقة اللازمة لنزع الكترون من مداره.

٨ ـ ان وحدة الالكترون فولت وحدة طاقة متناهية في الصغر وتساوي الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات بين نقطتين فرق الجهد بينهما يساوي واحد فولت.

٩ ـ ترتبط الذرات مع بعضها لتكوين جزئيات بواسطة الروابط الايونية والروابط ثنائية التكافؤ والروابط الهيدروجينية.

الاشعة الكهرومغناطيسية

١٠ ـ ان موجات الراديو وأشعة جاما والموجات دون الحمراء انواع مختلفة للاشعاع الكهرومغناطيسي.

١١ ـ اذا كانت ت رمز التردد و س السرعة و ط طول الموجة لذا فإن:

س = ت × ط

و ت = س ÷ ط

واذا نقص طول الموجة زاد التردد.

١٢ ـ جميع الاشعاعات الكهرومغناطيسية يعبر عن طاقتها بدلا له وحدة الالكترون فولت وهو يساوي:

١,٦ × ١٠^-١٩ جول

١٣ ـ إن جميع الاشعاعات الكهرومغناطيسية تنطلق بسرعة مقدارها ٣٠٠ الف كيلومتر في الثانية من الفراغ.

١٤ ـ الكم هو كمية من الطاقة الكهرومغناطيسية.

١٥ ـ الكم الـذي طاقته ١٠٠ كيلو الكترون فـولت ذات طول مـوجـة الميكرومتر والميكرومتر واحد من المليون من المتر . والكم له طاقة تتناسب مع تردده .

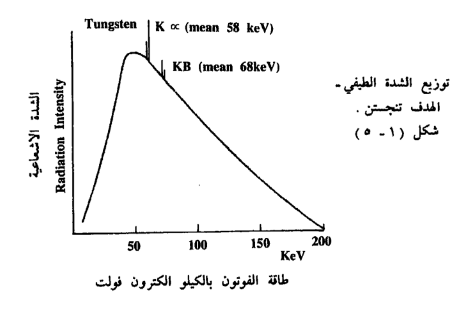
١٦ ـ ثابت بلانك عبارة عن خارج قسمة طاقة فوتون عـلى تردده. كـما ان له وحدات جول مضروبة بالثواني. كما ان ثابت بلانك هو حاصل ضـرب الطاقة وطول الموجة مقسوما على السرعة.

١٧ ـ ان الضوء المريء قد ينتج عندما تتهيج الالكترونات المدارية.

إن طـول مـوجـة الضـوء المـري تقع في المدى من ٤٠٠ نانومتر إلى ٧٠٠ نانومتر. كما ان طاقة الضوء المرئي تتراوح بين ٣,١ الى ١,٧ الكتـرون فولت.

١٨ ـ ان شدة الاشعة الكهرومغناطيسية لها وحدة واط لكل مـتر مربـع او (جول لكل ثانية) لكل متر مربع.

١٩ ـ اذا رسم شـدة الفوتـون بدلا لـه طاقـة الفوتـون ـ يمكن حسـاب الشدة الكلية ونحصل على توزيع الشدة الطيفي . (شكل ١ ـ ٥) .



توزيع الشدة الطيفي ـ الهدف تنجستن .
شكل (١ ـ ٥)

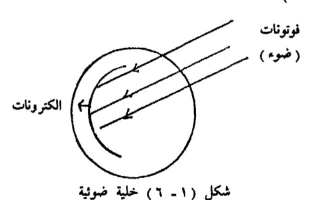
٢٠ ـ ان التغير في الشدة مع المسافة لمصدر اشعة كهرومغناطيسية في الفراغ يعتمد على الحجم الطبيعي للمصدر.

٢١ ـ إن الطيف الخطى قد يعني وجود اكثر من طاقة. كما أنه مشابه للطيف احادي الطاقة monochromantic وانه ينبعث عند تسخين بعض العناصر.

٢٢ ـ يعبر عن نوع الاشعة الكهرومغناطيسية بدلا له الطاقة ـ النفاذية وطول الموجة.

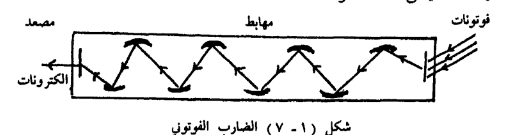
التأثير الكهروضوئي

٢٣ ـ إن التأثير الكهروفونوني للضوء مرتبط بانبعاث الكترونات عندما تتعرض مادة للضوء. كما أنه مرتبط بالمنطقة فوق البنفسجية من الطيف. شكل (١ ـ ٦).



شكل (١ ـ ٦) خلية ضوئية

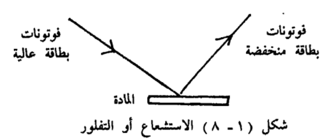
٢٤ ـ إن الخلية الضوئية عبارة عن جهاز يستخدم لتوليد تيارات كهربية وكذلك لقياس شدة الضوء.



شكل (١ ـ ٧) الضارب الفوتوني

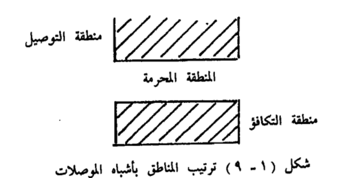
٢٥ - إن الضارب الفوتوني يتكون من سلسلة من المهابط dynodes وهو اكثر حساسية من الخلية الضوئية. شكل (١ - ٧).

٢٦ - الاستشعاع - التفلور - Fluorescence ويحدث نتيجة حركة الالكترونات المدارية داخل ذرة. ويمكن وصفه كوميض Luminessence تلألؤ أو تألق. وإن التنلور يؤدي الى توليد فوتونات ذات طاقة منخفضة من فوتونات ذات طاقة عالية. شكل (١ - ٨).



شكل (١ - ٨) الاستشعاع أو التفلور

٢٧ - إن ظاهرة التفلور يمكن وصفها بدلالة المصائد الالكترونية والتي تكون عادة ممتلئة وتكون في المنطقة المحرمة Forbidden hand . شكل (١ - ٩).



شكل (١ - ٩) ترتيب المناطق بأشباه الموصلات

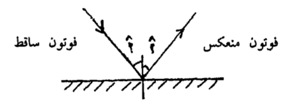
٢٨ - إن الاشعاع دون الحمراء ينبعث من جسم ساخن جدا كما انه يخضع لقانون التربيع العكس.

ضـــوء

٢٩ - إن الأجهزة المستخدمة لتوليد مناظر مجسمة تستخدم مصادر

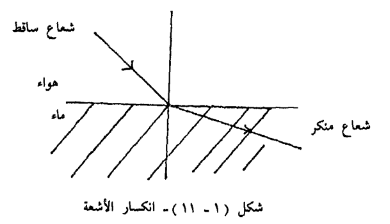
ضوئية احادية الطاقة ـ لمناذج تداخل ضوئيـة light pattern، وتستخدم ايضـا مراءة .

٣٠ ـ عنـد انعكاس الضـوء فـإن زاويـة السقـوط تسـاوي دائـما زاويـة الانعكاس (شكل ١ ـ ١٠) .



شكل (١ ـ ١٠) انعكاس الأشعة

٣١ ـ عند انكسار الضـوء يحدث تغـير في الاتجاه ـ إن النسبة بين جيب زاويـة السقـوط الى جيب زاويـة الانكسـار يسـاوي معـامـل الانكسـار بـين الوسطين . وعنـد انكسار الضـوء بين الهـواء والماء فـإن معامـل الانكسـار = ١,٣ . (شكل ١ ـ ١١) .



شكل (١ ـ ١١) ـ انكسار الأشعة

مصطلحات علمية

العدد الذري	atomic number
عنصـــر	element

nuclean	نيكلون
nucleus	نواة
neutral atom	ذرة متعادلة
charge	شحنة
proton	بروتون
neutron	نيترون
isotope	نظيـــر
chemical properties	خواص الكيمائية
hydrogen	غاز الهيدروجين
atomic mass unit	وحدة كتلة الذرة
binding energy	طاقة الربط
electron volt	الكترون فولت
molecules	جزئيات
electromagnetic radiation	اشعة كهرومغناطيسية
radio waves	موجات الراديو
gamma ray	اشعة جاما
infra-red waves	موجات دون الحمراء
frequency	التردد
velocity	سرعة
wave length	طول الموجة
vacuum	فراغ
quantum	الكـــم
photocell	خلية ضوئية
device	جهاز
electric current	تيار كهربي

light intensity	شدة الضوء
photomultiplier	الضارب الفوتوني
dynodes	مهابط
anode	مصعد
fluorescence	التفلور - الاستشعاع
luminescence	التلألؤ - التألق
electron trap	مصيدة الالكترون
inverse square low	قانون التربيع العكسي
hologram	التجسيم
monochromatic	احادي طول الموجة
reflection	الانعكاس
incidence	السقـــوط
reflection	انكسار
reflective index	معامل الانكسار



الفصل الثاني

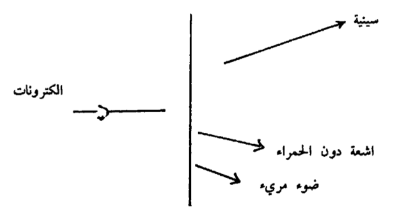
الأشعة السينية وتوليدها

انبوبة الاشعة السينية

١ ـ تتولد الاشعة السينية عندما تصطدم الالكترونات ذات الطاقة العالية مع أي مادة.

٢ ـ في أنبوبة الاشعة السينية تتولد ايضا الاشعة دون الحمراء والضوء المرئي. شكل (٢ ـ ١).

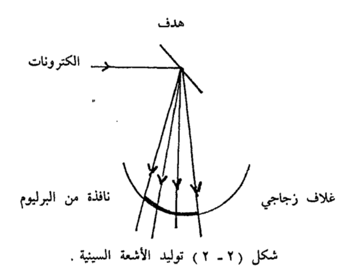
٣ ـ ان الهدف المصنوع من مادة التنجستن في انبوبة الاشعة السينية يتبخر خلال العمر الافتراضي للانبوبة.



شكل (٢ ـ ١) توليد الأشعة السينية

٤ ـ يستخدم النحاس في تـركيبات مصعـد انبوبـة اشعة اكس الثـابتة وذلك لأنه موصل حراري جيد.

٥ ـ تستخـدم نافـذة من البرليـوم في انبوبـة اشعـة اكس حيث ان لهـا معامل توهين (تقليل ـ تخفيف) منخفض للأشعة السينية. شكل (٢ ـ ٢).



شكل (٢ ـ ٢) توليد الأشعة السينية.

٦ ـ إن الغـلاف الزجـاجي لانبوبـة اشعة اكس مـدهون من الـداخـل بطبقة من التنجستن.

٧ ـ إن بعض المصـاعد الـدورانية ذات قـاعدة من الملبـديوم حيث انها ذات سعة حرارية اعلى من التنجستن.

٨ ـ إن بعض اهـداف المصـاعـد الـدورانيـة مصنعـة من سبيكـة من الـرونيـوم ـ تنجستن حيث انها ذات نقـطة انصهـار منخفضـة من التنجستن وحتى تزيد مقاومتها ضد تآكل الآثر (track).

٩ ـ إن المبديء للمصعد الدوراني لأنبوبة اشعة اكس غير معروف كدرع.

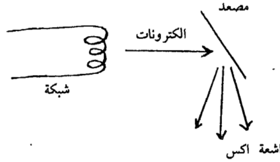
١٠ ـ المساحة الفعليـة (المؤثرة) للنقـطة البؤرية وهي تسـاوي حاصـل

ضرب مساحة النقطة البؤرية × جيب زاوية الهدف. واذا كانت صغيرة فإنها تقلل شبه الظل penumbra.

١١ ـ ان سرعة الدوران العالية للمصعد تتضمن سرعات تصل الى ١٠٠٠٠ دورة في الدقيقة. كما انها تستخدم لزيادة قدرة الانبوبة لتعرضات الزمن الصغير.

١٢ ـ مجمع رأس المهبط لانبوبة اشعة اكس يستخدم عادة من النيكل النقي. ويوفر تجميع focussing للشعاع الالكتروني.

١٣ ـ ان شبكة انبوبة اشعة اكس تصل درجة حرارتها الى ٢٠٠٠ درجة مئوية خلال التعرض. شكل (٢ ـ ٣).



شكل (٢ ـ ٣) توليد الأشعة السينية

١٤ ـ ان غطاء housing انبوبة اشعة اكس مصنوع من سبيكة من الألومنيوم. ويحتوي على الجزء الساكن stator من انبوبة اشعة اكس وهو دائما ذو جهد صفري.

١٥ ـ إن الزيت في غطاء انبوبة اشعة اكس هو احدى الطرق لفقدان الطاقة ويجب ان يكون عازل جيد.

١٦ ـ إن قدرة rating انبوبة اشعة اكس تسمح بحساب معاملات اقصى التعرض. وهي حاصل ضرب فرق الجهد بالكيلوفولت والتيار بالملي امبير والزمن. وتعتمد على حجم النقطة البؤرية.

١٧ ـ ان الترشيح الذاتي لانبوبـة اشعة سينيـة تشخيصية هو المسـؤول عن امتصاص اشعة اكس ذات طول موجة صغير.

١٨ ـ إن مرشح Thoraeus في أنبوبة اشعة اكس العلاجية يعمل على توهين الشعاع لوجود القصدير tim بالمرشح . وهو معروف كمرشح مركب composite filter .

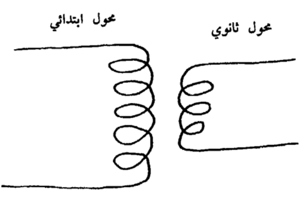
١٩ ـ تستخدم اخداف المولبدنيوم في انابيب اشعـة اكس عند الجهـود المنخفضـة (بـالكيلوفـولت) وبسبب طـاقــة اشعتهـا المميــزة characteristic radiation وتكون عادة بها مرشح مولبدنيوم .

٢٠ ـ إن وحدة اشعة سينية الموحدة ذاتيا تسمح بتوحيـد نصف الموجـة لتيار الانبوبة . وعادة ما تكون الانبوبة ذات قدرة منخفضة .

٢١ ـ مع وحدة مـوحد بـأربع صمـامات قنـطرية يستخـدم ٣ محولات شبكية filment transformer .

٢٢ ـ ان مـوحد الثـلاثة اطـوار يؤدي الى امكـانيـة استخـدام قـدرات عالية . ويعني سريان التيار الكهربائي كل الوقت خلال التعرض . ويؤدي الى جهد ذو شكل موجي wareform ثابت دائما .

٢٣ ـ ان محول الجهد العـالي ذو اسلاك سميكـة من المحول الابتـدائي عند المحول الثانوي وهو عبارة عن وسيلة للعـزل الكهربـائي لدائـرتي المحول الابتدائي والمحول الثانوي . وإن المحول مغموس بالزيت . شكل (٢ ـ ٤) .

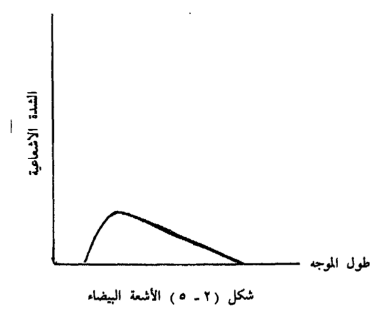


محول الجهد العالي شكل (٢ - ٤)

فيزياء الاشعة السينية

٢٤ - ان الكترون الطاقة العالية المصطدم بهدف من انبوبة اشعة اكس قد يؤدي الى تأين ذرات الهدف. وقد يغير اتجاه بعد تفاعله مع ذرة الهدف. وقد يقف عند تفاعله الأول.

٢٥ - اشعة الفرملة يمكن وصفها بأنها الاشعة البيضاء white radiation وتعني اشعة التوقيف وهي عادة على شكل طيف مستمر شكل (٢ - ٥).



شكل (٢ - ٥) الأشعة البيضاء

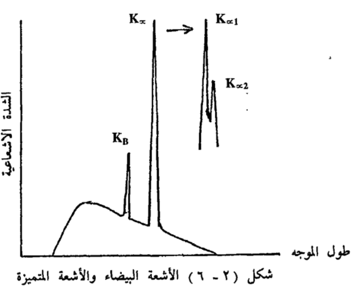
٢٦ ـ عندما يقترب الكترون الطاقة العالية من نواة ذرة الهدف فإنه ينحرف ويبطىء من سرعته وتتولد اشعة اكس.

٢٧ ـ ان طيف اشعة اكس المستمر ذو مدى عريض من الطاقات وهو نتيجة تفاعل الالكترونات على مسافات من نواة ذرة الهدف وله طاقة عظمى.

٢٨ ـ إن اقصى طاقة لطيف اشعة اكس المستمر يعتمد فقط على اقصى جهد للانبوبة.

٢٩ ـ عندما تتفاعل الالكترونات المسرعة مع هدف اشعة اكس فإنها تبطىء decelerated بسرعة.

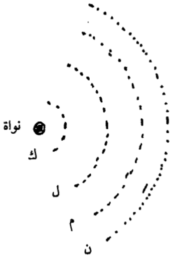
٣٠ ـ يطلق على الأشعة المميزة لأنها تختص بمادة الهدف. شكل (٢ ـ ٦).



شكل (٢ ـ ٦) الأشعة البيضاء والأشعة المتميزة

٣١ ـ إن اشعة اكس المميزة تنتج من انتقالات الالكترونات المدارية.

٣٢ ـ خط ك من الاشعة السينية المميزة تنبعث من هدف تنجستن اذا كان قمة الجهد الكهربي للانبوبة بالكيلوفولت اكبر من طاقة ربط الكترونات المدار ك شكل (٢ ـ ٧).



شكل (٢ - ٧) ترتيب المدارات حول نواة الذرة

٣٣ ـ ان شدة الشعاع السيني عند نقطة في الهواء تعتمد على فرق الجهد المستخدم. كما تعتمد على شكل الموجة للجهد عبر الانبوبة.

٣٤ ـ اذا كانت شدة الشعاع السيني عند نقطة في الهواء = آ فإنها ستكون اقل من آ اذا قل العدد الذري للهدف.

٣٥ ـ اذا زاد العدد الذري لمادة هدف انبوبة اشعة اكس فإن الاشعة المميزة تكون بطاقة اعلى او تستخدم انبوبة بتيار اقل للحصول على نفس الشدة السينية.

مراجع

1 — John H.E., Cunningham J.R., 1980 The Physics of radiology. Thomas, Illinois, ch 2.

2 - Meredith W.J., Massey J.B. 1977, Fundamental of radiology. Wright, Bristol, ch 5.

مصطلحات علمية

production	انتاج
tungsten	تنجستن
filament	شبكة
target	هدف
lifetime	العمر الافتراضي
evaporate	تبخير
copper	نحاس
anode	مصعد
beryllium	مادة البرليوم
window	نافذة
absorb	يمتص
attenuation	توهين
coefficient	معامل
envelope	غلاف
layer	طبقة
coated	مطلي
rotating	دوراني
molybdenum	مادة المولبدنيوم
specific heat	السعة الحرارية
rhenium	مادة الرونيوم
alloy	سبيكة
erosion	تآكل
focal area	المساحة البؤرية
revolutions per minute	دورات لكل دقيقة

cathode head	رأس المهبط
potenial	جهد
exposure	تعرض
housing	اسكان
filtration	ترشيح
diagnostic	تشخيص
therapy	علاج
rectification	توحيـــد
phase	طـور
transformer	محول
high tension	جهد عالي
bremsstrahlung radiation	اشعة الفرملة (أشعة برمشتر هلويخ)
continuous	مستمر
acceleration	عجلة التسارع
characteristic	مميزة



الفصل الثالث

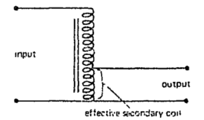
مولدات الأشعة السينية
X - Ray Gencrators

المحـول

١ ـ إن المحول الذاتي في المولد يسمـح للمشغل معـادلـة compensate التغيرات في فرق الجهد المغذى الكهربي الرئيسي mains. شكل (٣ ـ ١) .

٢ ـ المحولات الذاتية قد ترفع جهد المغذي الرئيسي أو تخفضه.

٣ ـ مقياس الكيلوفولت تقيس قيم جذر متوسط مربعات الجهد ($\sqrt{}$ جـ٢) وهو معيار لقراءة فرق جهد القمة .



شكل (٣ ـ ١) محول ذاتي
(محول أوتو : Auto trans

٤ ـ محول الجهد العالي يعمل بمبـدأ الحث الذاتي ويمكن وصفـه كعازل كهربائي .

٥ ـ ان نسبة التحويـل لمحول الجهـد العالي قـد تصل ٥٠٠ الى واحـد وهو نسبة الجهد الثانوي إلى الجهد الأولي .

الجهد العالي

٦ ـ كابلات الجهد العالي المستخدمة في وحدة اشعة اكس تصل انبوبة اشعة اكس الى المحول الثاني لمحول الجهـد العالي. ويجب ان تكـون متحركـة وذات شاشة خارجية ارضية (طبقة).

٧ ـ ان كـابلات الجهـد العالي ذات سعـة كهربـائية ويجب ان تتحمـل الصدمات.

٨ ـ إن شبكة المحول ذات ملف ثانوي وهو ذو جهد عالي. كما ان تيار الثانوي اكبر من تيار الملف الابتدائي.

٩ ـ مقياس الميللي امبير (التيار) يسجل فقط عند اجراء تعرض بالاشعة السينية وهو متصل بنقطة في الدائرة ذات جهد كهربي أرضي.

١٠ ـ اذا وصلت انبـوبة اشعـة اكس مباشـرة لمحول الجهـد العالي يتم التوحد الذاتي.

١١ ـ ان دائرة موحد الاربعة صمامات القنطرية يؤكد ان مصعد انبوبة اشعة اكس لا يكون سالبا وهو موصل بين محـول الجهد العـالي وانبوبـة اشعة اكس.

١٢ ـ ان موحد اربعة الصمامـات القنطريـة يتطلب ٣ محـولات شبكية لتشغيل الصمامات ، ويمنع سريان التيار العكسي خلال انبوبة اشعة اكس .

١٣ ـ عند توصيـل المكثفات عبـر انبوبـة اشعة اكس فـإنها تعمل عـلى تنعيم شكل الموجة الجهدي. ويولد تموج (ripple) جهدي.

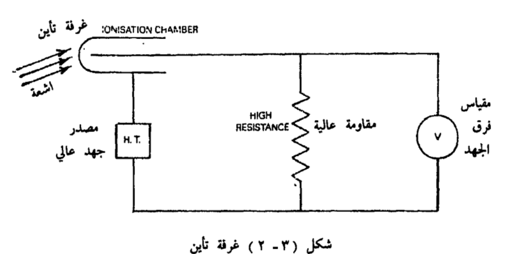
١٤ ـ تستخـدم الصمامـات الثلاثيـة في دائـرة الجهـد العـالي كمفتـاح ثانوي.

١٥ ـ ان شكل الموجه الجهدي ذو النبضات الست يتطلب استخدام تغذية ذو ٣ أطوار 3 phase ويتولد بواسطة ست صمامات ثنائية وينتج شكل وجه جهدي ثابت.

١٦ ـ عند زيادة مقاومة الأم ينتج انخفاض في جهد انبوبة اشعة اكس.

وعادة تكون جزء من الاوم وهي عبارة عن مجموع المقاومات لعديد من المكونات.

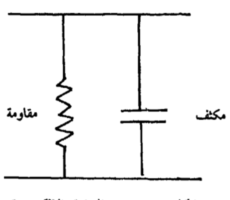
١٥ ـ يستخدم من وحدات اشعة اكس التشخيصية الحديثة ساعة الكترونية، والغرف المؤينة كساعة وكذلك الضوارب الفوتونية لتحديد زمن التعرض. شكل (٣ ـ ٢).



شكل (٣ ـ ٢) غرفة تأين

١٦ ـ الساعة الالكترونية تعتمد على شحن مكثف خلال مقاومة وقد يتواجد بدائرتها صمام ثلاثي غازي وقد يستخدم أيضاً صمام ثيرانزون. شكل (٣ ـ ٣).

١٧ ـ بالساعة الذاتية قد يستخدم ضوارب الفوتونية وعادة يستخدم بها اكثر من غرفة تأين.



شكل (٣- ٣) الساعة الالكترونية

١٨ ـ تستخدم مشبكات القواطع interlocks في دائـرة الاشعة السينيـة لمنع تجمعات خاصة من الكيلوفولت والميللي امبير من الاختيار. ولمنع التسخين الزائد لانبوبة اشعة اكس وقد تكون مرحلات relays.

مراجع

Jaundrell — Thompson F. A Shworth W. J, 1970. X - Ray Physics and equipment, Blackwell, Oxford, chs 13 - 20.

autotransformers	محول ذاتي
generator	مولد
mains voltage	جهد الأم (الرئيسي)
step up	يرفع
step down	يخفض
calibration	معايرة
mutual induction	الحث الذاتي
transformation ratio	نسبة التحويل
cables	كابلات
capacity	سعة
shock proof	ضد الصدمات

insulator	عازل
current	تيار كهربي
rectification	توحيد
valve	صمام
bridge	قنطرة
smoth	ناعم
triode	صمام ثلاثي
diode	صمام ثنائي
mains	التغذية الرئيسية
resistance	مقاومة
ohm	أوم
electronic timers	ساعات الكترونية
ionisation chamber	غرفة تأمين
gas filled triode	صمام ثلاثي غازي
thyratron	صمام ثيراترون
interlocks	معشقات
relays	مرحلات



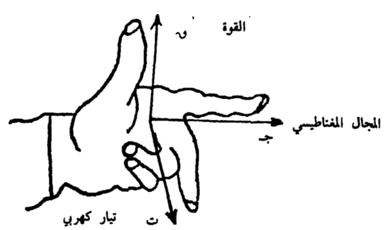
الفصل الرابع

الحث الكهرومغناطيسي والتيار المتردد

Electromagnetic Induction and Alternating Current

الحث المغناطيسي

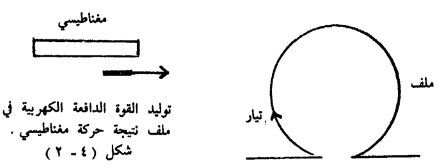
١ ـ إن القوة الدافعة الكهربائية يمكن حثها بواسطة سالك متحرك في مجال مغناطيسي او بواسطة مجال مغناطيسي متحرك عبر موصل او بواسطة حركة ميكانيكية لموصل ومغناطيس. شكل (٤ ـ ١).



شكل (٤ ـ ١) قاعدة فلمنج

٢ ـ تزداد مقدار القوة الدافعة الكهربائية عبر موصل معتمدة على معدل الحركة وهي ترتبط مع قوة المجال المغناطيسي الذي تعبره. كما انها مقياس لعملية تحويل الطاقة.

٣ ـ عند تحريك مغناطيس بالقرب من ملف من سلك. فإن هذا يحدث قوة دافعة كهربية تتولد عبر الاسلاك. شكل (٤ ـ ٢).



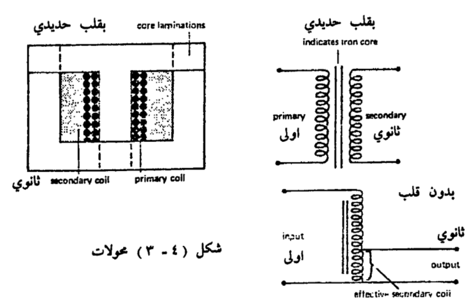
توليد القوة الدافعة الكهربية في ملف نتيجة حركة مغناطيسي.
شكل (٤ ـ ٢)

٤ ـ ينص قانون فراداي ان القوة الدافعة الكهربائية المحثة مرتبطة بمعدل التغير في نبض الوصلة linkage.

٥ ـ ينص قانون لينز Lenz ان القوة الدافعة الكهربائية المحثة تكون في اتجاه معاكس للتغيرات المسببة له.

٦ ـ عند توصيل بطارية اوليا إلى ملف سلكي ينتشر تيار مستمر ويتولد قوة دافعة كهربية خلفية ويحدث حث ذاتي.

٧ ـ إن الحث الذاتي لملف سلكي يقل إذا كان عدد لفات السلك أقل ويزيد إذا كان الملف بقلب حديدي. (شكل ٤ ـ ٣).



شكل (٤ ـ ٣) محولات

٨ ـ إن الحث المتبادل للملفين يعتمد على عدد لفات السلك في الملف الأولي كما يعتمد على المسافة بين الملفين.

٩ ـ ان المحول جهاز يعمل على مبدأ الحث الذاتي ويقدر على تحويل الجهد الحالي الى جهد المنخفض.

١٠ ـ اذا وصل محول بتيار مستمر دائم فلا يمر تيار في الملف الثانوي. وإذا كان عدد اللفات من الملف الابتدائي اكبر من عدد اللفات من الملف الثانوي فإن هذا المحول يعرف بمحول الرفع .

١١ ـ اذا كان بالمحول دائرة مفتوحة من الملف الثانوي ومتصل بمغذي للتيار المتردد لا تتولد قوة دافعة كهربية خلفية من الملف الثانوي.

١٢ ـ اذا وصل الملف الثانوي لمحول الى حمل من المقاومة فإن تيار الملف الثانوي يعتمد على مقاومة الحمل وتتولد قوة دافعة كهربية خلفية في الدائرة الثانوية كما تتولد قوة دافعة كهربية سالبة في الدائرة الأولية.

١٣ ـ السبب من استخدام قلب حديدي في ملف هو تقليل الفقد المغناطيسي وتحسين نسبة التحويل.

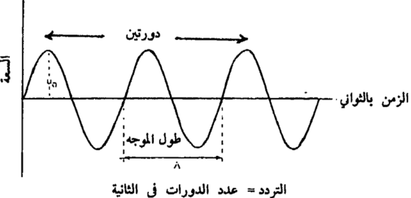
١٤ ـ ان وحدة الحث واحدة لكل من الحث الذاتي والحث المتبادل. وهي وحدة الهنري ويعبر عنها بدلالة نظام الوحدات العالمي $m^2\ Kg\ s^{-2}\ A^{-2}$ أي متر مربع . كيلوجرام لكل ثانية مربعة . أمبير مربع .

١٥ ـ إذا دار ملف سلكي بدائرة مفتوحة بين قطبين مغناطيسيين فإنه يتولد فرق جهد متردد عبر الملف وان سعة amptitude القوة الدافعة الكهربية المحثة تعتمد على سرعة دوران الملف.

١٦ ـ اذا دار ملف سلكي بين قطبين مغناطيسيين فإن تردد القوة الدافعة الكهربية المحثة تعتمد على سرعة الدورات.

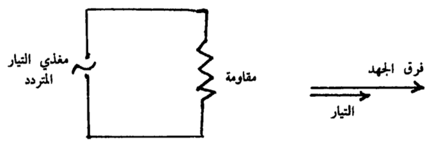
التيار المتردد

١٥ ـ اذا كان تردد المغذي التيار المتردد ٥٠ هرتز تتولـد ١٠ دورات في زمن ١٠/٢ من الثانية ويكون جذر متوسط مربع الجهد يسـاوي جهد القمـة مضروبا في ١٠/٧ . شكل (٤ ـ ٤) .



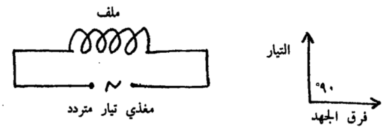
شكل (٤ ـ ٤) التيار المتردد

١٨ ـ اذا وصل مغذي للتيار المتردد عبـر مقاومـة نقيـة (خالصـة) فإن القـدرة الناتجة يمكن حسـابهـا إذا عـرفت قيمـة جـذر متـوسط مـربـع التيـار والمقاومة. شكل (٤ ـ ٥) .



شكل (٤ ـ ٥) مرور التيار المتردد في مقاومة

١٩ ـ اذا وصـل مغذي التيـار المتردد عبـر ملف حث نقي فـإن القـدرة المتولدة من الملف = صفر وان شكل المـوجة للتيـار يكون ٩٠° بـالنسبة للطور وبالنسبة إلى فرق الجهد يسبق فرق الجهد التيار بزاوية طور ٩٠° . شكل (٤ ـ ٦) .



شكل (٤ ـ ٦أ) تيار متردد في دائرة ملف

٢٠ ـ يعرف ملف حث نقي بملف الصدمة .

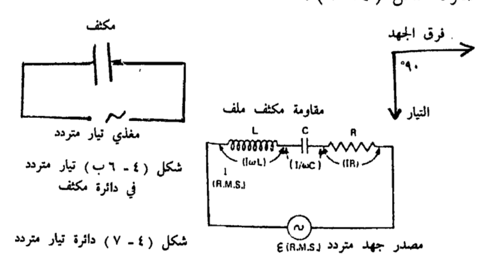
٢١ ـ اذا وصل مغذي تيار متردد للملف سلكي له مقاومة فإن الدائرة لها ممـانعة impedance تعتمـد على المقـاومة ومفـاعلة reactance الملف وان فرق الطور بين فرق الجهد والتيار يعتمد على قيم المقاومة والمفاعلة .

٢٢ ـ ان معامل القدرة في دائرة تيار متردد تساوي المقاومة مقسومة على الممانعة اي معامل القدرة = $\frac{\text{المقاومة}}{\text{الممانعة}}$

كما انها تساوي جيب فرق الطور بين فرق الجهد والتيار اي :

معامل القدرة = حا (زاوية فرق الطور)

٢٣ ـ تحتوي دائرة تيار متردد عادة على مقاومة ومحثة ومكثف متصلة على التوالي . وإذا كانت مفاعله المكثف تساوي مفاعله المحث فإن الممانعة = صفر ، شكل (٤ ـ ٧) .



شكل (٤ ـ ٦ ب) تيار متردد في دائرة مكثف

شكل (٤ ـ ٧) دائرة تيار متردد

وان التيـار من الدائـرة محدد بـالمقاومـة فقط ويطلق عـلى الدائـرة بـأنها دائرة رنين Resonant .

٢٤ ـ ان التردد الرنيني لدائرة تحتوي على مقاومة ومحث ومكثف تعتمـد فقط على قيم الحث والسعة . وتقل اذا زاد كل من المحاثة والسعة .

٢٥ ـ اذا وصـل مكثف ١٠ ميكـروفـراد وملف محث ١٠ هنـري عـلى التـوالي مع مغـذي ٥٠ هرتـز. فإن مفـاعلة الملف = ٣١٠٠ اوم تقـريبـا وان مفاعلة المكثف = ٣٢٠ اوم تقريبا.

٢٦ ـ اذا كانت ممانعة الدائرة ٥٠٠ اوم ومتصلة الى مغذي ١٠٠ فولت (جذر متوسط التربيع) فإن جذر متوسط مربع التيار = ٢ / ١٠ امبير.
ويكون فرق جهد القمة = ١٤١ فولت.

مراجـــع

— Hay G. A., Hughes D 1978, First year Physics for radiographers. Bailliere Tindall, London ch.15.

— Jaundrell — Thompson F., A Shworth WJ 1970 X-Ray Physics and equipment, Blackwell, oxford chs 7,8.

مصطلحات علمية

القوة الدافعة الكهربية	electro magnetic force
أقطاب	poles
مغناطيس	magnet
موصل	conductor
مقدار	magnitude
اتجاه	direction
قوة	strength

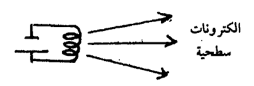
field	مجال
open circuit	دائرة مفتوحة
flux	فيض أو تدفق
battery	بطارية
direct current	تيار مستمر
alternate current (A.C.)	تيار متردد
A.C. Supply	مغذي تيار متردد
self inductance	حث ذاتي
coil	ملف
wire	سلك
resistance	مقاومة
turns	لفات
mutual inductance	حث متبادل
device	جهاز
load	حمل
iron care	قلب حديدي
R.M.S	جذر متوسط التربيع
impedance	ممانعة
reactance	مفاعله
capacitor	مكثف
capacitance	السعة
capacitive reactance	المفاعلة السعوية
Farad	الفاراد
micro farad	ميكروفاراد
resonant frequency	التردد الرنين

الفصل الخامس

الانبعاث الأيوني الحراري
واشباه الموصلات وراسم ذبذات اشعة المهبط
Thermionic Emission, Semiconductor and Cathode Ray Oscilloscope

الانبعاث الايوني الحراري

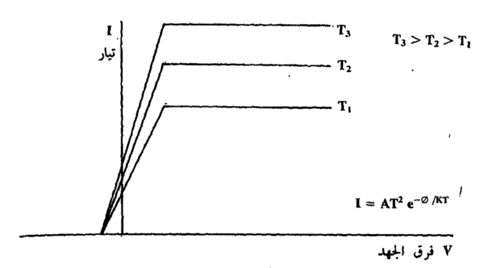
١ ـ خلال عملية الانبعاث الايوني الحراري تنطلق الكترونات من المدارات الخارجية وتنبعث الالكترونات السطحية فقط . شكل (٥ ـ ١) .



شكل (٥ ـ ١) الانبعاث الحراري الأيوني

٢ ـ ان دالة الشغل (العمل) لباعث ايوني حراري يعبر عنه بدلالة وحدة الالكترون فولت.

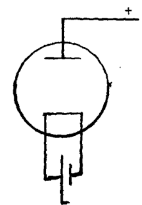
٣ ـ ان عدد الالكترونات المنبعثة لوحدة المساحة من سلك مسخن بواسطة تيار كهربي يعتمد على تيار التسخين وهو يتناسب مع مربع درجة الحرارة المطلقة للسلك. شكل (٥ ـ ٢) .



شكل (٥ ـ ٢) تأثر التيار بدرجة الحرارة

الصمام الثنائي

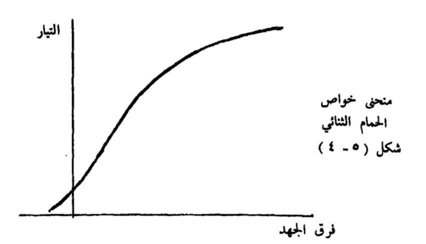
٤ ـ إن الصمام الثنائي المفرغ يمرر تيار كهربي من اتجاه واحد ويستخدم شبكة من إلتنجستن. شكل (٥ ـ ٣) .



شكل (٥ ـ ٣) صمام ثنائي مفرغ

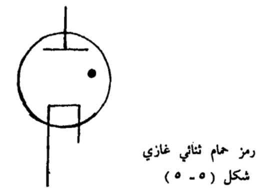
٥ ـ ان منحى خواص الصمام الثنـائي لصمام ثنـائي عبارة عن منحى لتيار المصعد ضد جهد المصعد وله منطقتين معروفتان منطقة الشحنـة والتشبع ويتغير شكل المنحى إذا تغيرت درجة حرارة الشبكية شكل (٥ ـ ٤) . .

٦ ـ تحدث منطقة الشحنة في الصمام الثنائي عند جهد المصعد المنخفض وينبع تيار مصعد منخفض وهو نتيجة تنافر بين الالكترونات .



منحنى خواص
الحمام الثنائي
شكل (٥ - ٤)

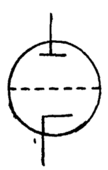
٧ - من الصمام الغازي تستخدم الغازات الحاملة وتتأين ذرات الغاز عن طريق الالكترونات شكل (٥ - ٥) .



رمز حمام ثنائي غازي
شكل (٥ - ٥)

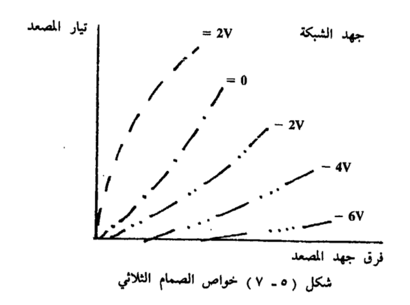
الصمام الثلاثي

٨ - الصمام الثلاثي يولد تيار مصعد منخفض عند تطبيق جهد شبكية سالب كبير ويزداد تيار المصعد عند زيادة جهد المصعد شكل (٥ - ٦) .



شكل (٥ - ٦) حمام ثلاثي

٩ ـ الصمـام الثلاثي لـه منحى خواص تيـاري وهـو عبـارة عن منحى لتيار الصعد ضد جهد المصعد . وعندما يكون بداخله غاز خامل يعرف بالثيروترون حيث يستخدم كمفتاح الكتروني شكل (٥ ـ ٧) .



شكل (٥ ـ ٧) خواص الصمام الثلاثي

شبه الموصلات

١٠ ـ ان مادة شبه الموصل لها مقاومة بين العازل والموصل ويتميز بمنطقة عازلة كما أنه ذو منطقة ثنائية .

١١ ـ ان مادة شبه الموصل ذو حزم طاقة منفصلة بواسطة فراغات طاقة مقدارها عدة الكترون فولت . ويطلق عليه الذاتي ذاتي اذا كانت المادة نقية كيميائياً . وإذا كان ذاتياً يكون التركيب البلوري منتظم تماماً .

١٢ ـ ان الحفـر الموجبـة في شبه المـوصل تحـدث دائما في حـزم التكافؤ وتحـدث نتيجـة اثـارة الالكتـرونـات ويمكن ازالتهـا عن طـريق اتحـادهـا مـع الالكترونات

١٣ ـ من مواد شبه الموصلة السيلكون والجرمانيوم .

١٤ ـ ان شبه الموصل غير الذاتي يتولد عن طريق اضـافة شـوائب لشبه

الموصل الذاتي . ويعرف بأنه من النوع الموجد p - type شكل (٥ ـ ٨) .

شكل (٥ ـ ٨) شبه موصل من نوع الموجب p - type

١٥ ـ ان الشوائب المضافة الى شبه الموصل هي :

١ ـ الفسفور phosphors'

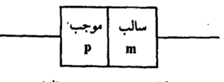
٢ ـ الومنيوم Aluminium

٣ ـ جاليوم gallium

١٦ ـ ان شبه الموصل من النوع الموجد p-type يتولد عند اضافة الومنيوم كشائب للسيلكون او الجرمانيوم او يتكون عندما تكون معظم الحوامل من نوع الحفر الموجبة .

١٧ ـ حوامل الاقليلة minority carriers لمادة من نوع الموجب هي الالكترونات وفي المواد من النوع السالب N - type هي الحفر الموجبة وقد تزيد في العدد بزيادة درجة الحرارة .

١٨ ـ عند صهر مادة من النوع السالب مع مادة من النوع الموجب معا تتولد طبقة بين المواد كما يتولد صمام ثنائي الوصلة junction diode . شكل (٥ ـ ٩) .



شكل (٥ ـ ٩) رمز الدايود

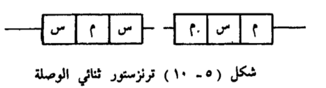
صمام ثنائي الوصلة

١٩ ـ اذا وصل صمام ثنائي الوصلة من نوع موجب ـ سالب عبر

بـطارية ـ ووصـل شبه المـوصل الموجب للقـطب المـوجب للبـطاريـة تتـدفق الالكترونات من السالب الى الموجب ـ ويتولد تيار كهربي مبـاشر عبـر الوصلة في الاتجاهين. وعندما تصبح المادة الموجبة موجبة بالنسبة الى اعادة السلب فإن الدايود (الصمام الثنائي البلوري) يكون ذو تغذية أمامية.

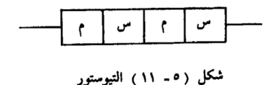
ترانزستور

٢٠ ـ ترانزستور الوصلة قـد يكون من نـوع NPN (سالب ـ مـوجب ـ سالب) أو من نوع PNP (موجب ـ سالب ـ موجب). شكل (٥ ـ ١٠).



شكل (٥ ـ ١٠) ترنزستور ثنائي الوصلة

٢١ ـ الثيوستور يتكون من ٤ شبه موصلات متتالية من نـوعي السالب والموجب. وله نفس خوص صمام الثيرترون شكل (٥ ـ ١١).

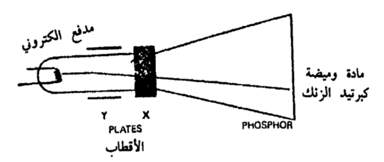


شكل (٥ ـ ١١) الثيوستور

انبوبة اشعة المهبط

٢٢ ـ في انبوبة اشعة المهبط مصعد ذو شبكة وكذلك مدفع الكتروني.

٢٣ ـ ان انبوبة اشعة المهبط ذات مصعد تجميعي وذو شاشة مبطنة بمادة وميضية وهو يمتلىء بغاز خامل عند ضغط منخفظ شكل (٥ ـ ١٢).



شكل (٥ - ١٢) انبوبة اشعة المهبط

راسم ذبذبات اشعة المهبط

٢٤ ـ تعتمد الحساسية الجهدية لراسم ذبذبات اشعة المهبط على جهد المصعد وعلى المسافة بين الألواح المنحرفة والشاشة.

٢٥ ـ يستخدم راسم ذبذبات اشعة المهبط لقياس فرق الجهد وتردد التيار المتردد.

٢٦ ـ ان دائرة زمن القاعدة time base في راسم ذبذبات اشعة المهبط وقد تحتوي على مقاومة ومكثف ويمسح الشعاع الالكتروني عبر شاشة الانبوبة وهو متصل عادة للألواح السينية للأنبوبة.

٢٧ ـ اذا كان راسم ذبذبات اشعة المهبط ذو حساسية جهدية مقدارها ٢ ميللي فولت لكل سم واذا كان هناك جهد ثابت مقداره ٥ ميللي فولت فإن خط القاعدة يتحرك ١٠ شم.

٢٨ ـ واذا كان زمن القاعدة لراسم ذبذبات اشعة المهبط = ١٠٠ ميللي ثانية وعند تطبيق جهد متردد مقداره ٥٠ هرتز تشاهد خمسة دورات. وعند استخدام جهد متردد مقداره ٦٠ هرتز نشاهد ستة دورات.

٢٩ ـ يستخدم راسم ذبذبات اشعة المهبط لتوضيح الشكل الموجي لفرق الجهد لانبوبة اشعة اكس. وشكل طيف اشعة اكس وكذلك معدل التفريغ الشحنة لمكثف.

مراجع

Wilks R J 1981, Principal Physics, Part B. Churchill Livingstone, Edinburgh.

مصطلحات علمية

process	عملية
thermionic	أيوني حراري
emission	انبعاث
work function	دالة الشغل (العمل)
temperature	درجة الحرارة
vaccum	فراغ
diode	ثنائـــي
valve	صمام
space change	منطقة الشحنة
saturation	التشبع
inert gas	غاز خامل
triode value	صمام ثلاثي
grid	شبكة
mutual characteristic	الخواص التبادلية
electronic switching	مفتاح الكتروني
semiconductor	شبه الموصل
insulator	عازل
forbidden band	حزم محرمة
valency band	حزم تكافئية
positive vales	حفر موجبة
silicon	سيلكون

germanium	جرمانيوم
intrinsic	ذاتي
extrinsic	غير ذاتي
impurities	شوائب
phosphrous	فسفور
aluminium	الومنيوم
gallium	جاليوم
p-type	نوع الموجب
N-type	نوع السالب
carriers	حوامل
minority	أقلية
majority	اكثرية
fused	منصهرة
transistor	ترانزستور
junction	وصلة
depletion	استنزاف
thyristor	ثيرستور
cathode ray tube	انبوبة اشعة المهبط
oscillscope	راسم الذبذبات
time base	زمن القاعدة
sensitivity	حساسية
move form	الشكل الموجي



الباب الثاني

النشاط الاشعاعي
وتفاعل المواد مع الاشعاع
والكشف عن الاشعاع

الفصل السادس

النشاط الاشعاعي

Radioactivity

١ ـ يتم التحلل الاشعاعي بطريقة عشوائية.

٢ ـ تتميز العناصر ذات العدد الكتلي الكبير بظاهرة النشـاط الاشعاعي الطبيعي عن طريق سلسلة من التحولات (التحللات) طويلة. كما تتميز هذه العناصر بأن عدد البروتونات بنواتها أقل من عدد نيتروناتها.

٣ ـ ان نظير اليورانيـوم ـ ٢٣٨ يتضمن الراديـوم ـ ٢٢٦ خلال سلسلة تحلله. كما انه يحتوي على عـدد من البروتـونات اقـل من عدد النيـروتات في نواته .

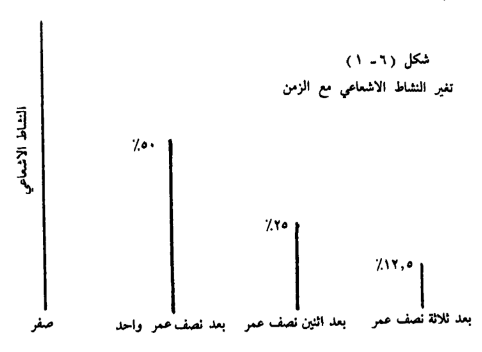
٤ ـ اذا تحلل مصدر اشعاعي فإن معدل التحلل يعتمد على نـوع النواة المشعة. كما ان هناك علاقة خطية بين عدد الذرات الموجودة وزمن التحلل.

٥ ـ ان نصف العمر لمادة مشعة مرتبط بثابت التحول وهو متغير من مادة مشعة الى اخرى شكل (٦ ـ ١) .

٦ ـ اذا كان نصف العمر (لمصدر نشاطه الاشعاعي ١٠ ميللي كوري) ١٠ أيام . فإنه بعد ٢٠ يوم تصبح نشاطه الاشعاعي ٢,٥ ملي كوري .

٧ ـ اذا كان النظير المشع (لليود ـ ١٣١) ٨ أيام فإن ثابت تحلله =

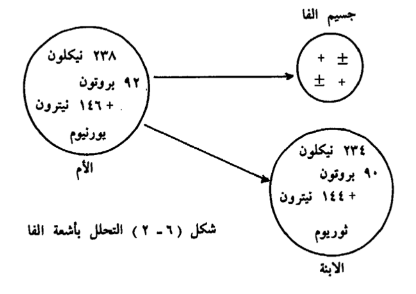
• ٩/١٠٠ لكل ثانية وكذلك فإن جميع مصادر اليود - ١٣١ ذات نصف العمر ٨ أيام.



شكل (٦ - ١)
تغير النشاط الاشعاعي مع الزمن

تحلل الفا

٨ - ينطلق جسيم الفا من مادة مشعة لأن نواتها غير مستقرة ومن ثم تؤدي الى نقص في كتلة النواة. شكل (٦ - ٢).



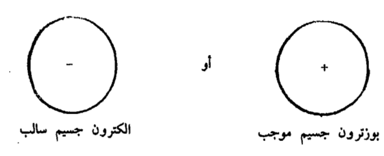
شكل (٦ - ٢) التحلل بأشعة الفا

٩ ـ لجسيمات الفا قدرة تأين عالية.

١٠ ـ ان جسيم الفـا ذات تحول طـاقة خـطي عالي بـالنسبة الى اشعـة اكس. كما ان قدرتها النفاذية تعتمد على الطاقة وذات شحنة موجبة.

تحلل بيتا

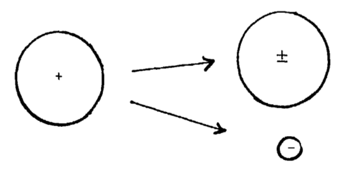
١١ ـ ان جسيمات بيتا قـد تكـون مـوجبة الشحنـة او سالبـة الشحنة. وان لهـا قدرة نفـاذية اكبـر من جسيمات الفـا ويمكن انحرافهـا بواسـطة مجال مغناطيسي شكل (٦ ـ ٣).



شكل (٦ ـ ٣) جسيمات بيتا

١٢ ـ جسيمـات بيتا تنبعث من نـواة ذرة غير مستقـرة. ويمكن كشفهـا بواسطة الاستشعاع (التفلور). كما انها جسيمات تأين مباشر.

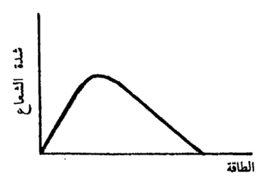
١٣ ـ اذا انـطلقت جسيمات بيتـا السالبـة من ذرة فـإن نـاتـج التحلل يصبح ذو عدد ذري اكبر. شكل (٦ ـ ٤).



شكل (٦ ـ ٤) التحلل بجسيمات بيتا السالبة

١٤ ـ جسيمات بيتا تنطلق من نظير الفسفور ـ ٣٢ وذات طاقة عظمى لنظير مشع معين.

١٥ ـ البوزتيرونات (الالكترون الموجب) . وهي عبارة عن الكترونات موجبة وتنبعث في شكل طيف مستمر ولها نفس الشحنة مثل البروتونات . شكل (٦ ـ ٥) .



شكل (٦ ـ ٥) طيف البيتا

١٦ ـ آسر الكترون هي إحدى طرق التحلل الاشعاعي ويؤدي الى فقدان بروتون من النواة ويؤدي الى توليد الاشعة المميزة.

١٧ ـ العمر المتوسط لنويدة مشعة يساوي مقلوب ثابت التحلل وهو اكبر من نصف العمر وكذلك اصغر من عشر العمر.

١٨ ـ النشاط النوعي لمادة مشعة يعتمد على كمية المادة غير المشعة الموجودة. وهو عبارة عن النشاط الاشعاعي لوحدة الكتل للمادة المشعة.

اشعة جاما

١٩ ـ ان ثابت معدل التعرض للنويدة المشعة يعرف ايضا بثابت انبعاث اشعة جاما النوعي وهو يربط بين معدل التعرض من مصدر ذو نشاط اشعاعي مقداره الوحدة عند مسافة الوحدة.

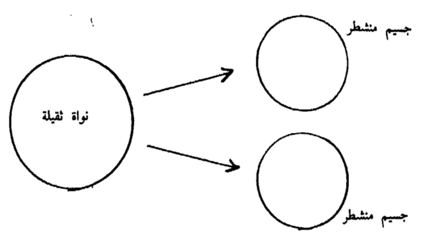
النشاط الاشعاعي الصناعي

٢٠ ـ تتولد النويدة المشعة الصناعية نتيجة قذف ذرات هدف بالبروتونات أو النيترونات .

٢١ ـوتتولد النويدات المشعة الصناعيـة في المفاعـلات وفي السيكلترون او بالقذف بواسطة جسيم الفا. انظر شكل (١٠ ـ ٢) .

٢٢ ـ مولدات النظائر هي إحدى الطرق للحصول على نويدات مشعـة ذات نصف عمـر صغير. وتـطبق مبدأ الانتقـال isometric وتستخدم لتـوليد T_c 99m تكنسيوم ـ 99 نصف المستقر مثلاً .

٢٣ ـ المفـاعل النـووي يعمل بمبـدأ الانشطار النـووي. ويعتبر مصـدر للحرارة ويمكن استخدام الماء الثقيل كمهدىء . شكل (٦ ـ ٦) .



شكل (٦ ـ ٦) الانشطار النووي

٢٤ ـ الانشـطار النووي يـولـد نـظير السيـزيـوم ـ ١٣٧ ونـظير اليـود ـ ١٣١ .

٢٥ ـ النويدات المشعة المستخدمة في الاختبارات التشخيصية ذات نصف عمر قصير وغير السامة .

٢٦ ـ يستخـدم نـظير تكنسيوم ـ ٩٩ m في عـديـد من الاختبـارات التشخيصية بسبب انبعاث فوتونـات بطاقـة ١٤٠ كيلو الكترون فـولت. ـ ذو نصف عمر قصير ونافع ويتولد عن طريق مولد النظائر.

٢٧ ـ يستخدم نظير الكوبلت ـ ٦٠ كمصدر علاج بالاشعـاع حيث انه ذو ثابت معدل تعرض عالي وتنطلق منه اشعة جاما بطاقـة متوسـطة مقدارهـا ١,٢٥ مليون الكترون فولت.

٢٨ ـ يستخدم نظير ـ ١٣٧ في المصادر المحكمة الصغيرة بسبب انه ذو نصف عمر طويل.

٢٩ ـ يستخدم Au - 198 الذهب ـ ١٩٨ في العلاج بالاشعاع كمحلول غروي أو في شكل مصادر محكمة صغيرة.

٣٠ ـ يحدث الانتقال الايزومري عندما تترك النواة في حـالة آثـارة بعد انبعـاث جسيم بيتا وعـلى سبيل المثـال عندمـا يتحـول مـوليبـديـوم ـ ٩٩ الى تكنسيوم ـ 99 وكذلك عندما يقال على أن النواة في حالة نصف مستقرة metastable.

المراجع

Johns H.E., Cunningham J.R. 1980, The Physics of Radiology, Thomas, Illinois, ch3.

مصطلحات علمية

نشاط اشعاعي	radioactive
تحلل او تحول	decay
عدد الكتلة	mass number
تحول	disintegrate



General Organization of the Alexandria Library (GOAL

decay series	سلسلة تحلل (تحول)
natural	طبيعي
Varnium	يورانيوم
Thorium	ثوريوم
Radium	راديوم
exponential	آس
radionuchide	النويدة المشعة
half life	نصف العمر
Ci (curie)	كوري
Iodine I	اليود
alpha ∝	الفا
beta β	بيتا
gamma γ	جاما
particle	جسيم
ray	شعاع
unstable	غير مستقرة
penetration	نفاذية
ionizing particle	جسيم مؤين
linear energy transfer	انتقال طاقة خطي
positrons	بزوترونات
electron capture	اسر الكترون
beta decay	تحلل بيتا
average life	متوسط العمر
tenth life	عشر العمر
specific activity	نشاط اشعاعي نوعي

exposure rate	معدل التعرض
emission constant	ثابت الانبعاث
artificial radionuclide	تويدة مشعة صناعية
nuclear reactor	مفاعل نووي
cycltron	سيكلترون معجل نووي
bombardment	قذف
isotope generators	مولدات النظائر
nuclear fission	انشطار نووي
fusion	اندماج
non-taxic	غير سام
teletherapy	العلاج عن بعد
cobalt Co	كوبالت
caesium Cs	سيزيوم
gold Au	ذهب
isomeric	أسيزوميرية
transitions	انتقالات

الفصل السابع

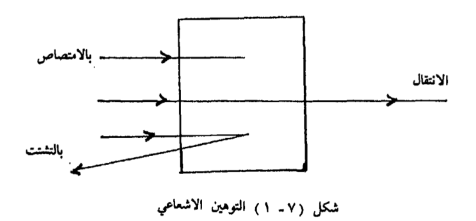
تفاعل الاشعاع مع المواد

Interaction of Radiation With Matter

التوهين الاشعاعي

١ ـ عندما تمر فوتونات الأشعة السينية خلال وسط ما تتولد حرارة وتتولد الكترونات وقد تقل طاقة الفوتونات .

٢ ـ يتم تقليل (توهين) الفوتونات بواسطة الامتصاص ـ أو التشتت أو كليهما . شكل (٧ ـ ١) .

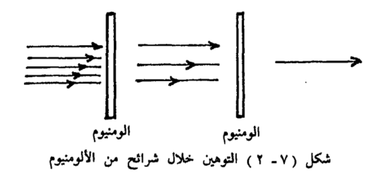


شكل (٧ ـ ١) التوهين الاشعاعي

٣ ـ كل فوتون اشعة اكس يوهن في الوسط يؤدي الى توليد حرارة.

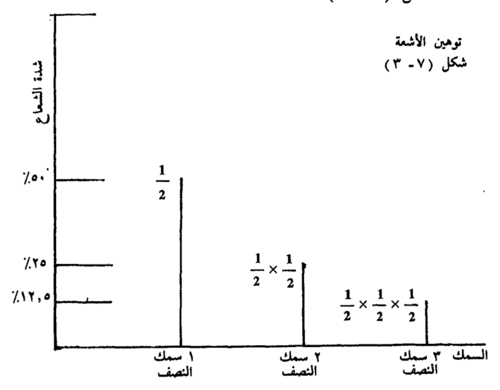
٤ ـ إن معامل التوهين الخطي يعتمد على طاقة الفوتون وعلى طبيعة الوسط.

٥ ـ اذا مر شعاع من الأشعة السينية (احادية الطاقة) ومتوازية خلال شريحتين من الألومنيوم ذات سمك متساوي يكون نسبة الفوتونات المتنقلة من كل شريحة متساوي ويكون عدد الفوتونات المنتزعة بواسطة الشريحة الثانية أقل من الفوتونات المنتزعة بواسطة الشريحة الأولى . شكل (٧ ـ ٢) .



شكل (٧ ـ ٢) التوهين خلال شرائح من الألومنيوم

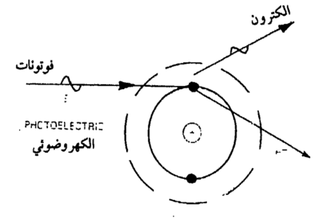
٦ ـ تعتمد طريقة النصف HVL لشعاع احادي الطاقة من الأشعة السينية على طاقة الفوتون وطبيعة المادة المستخدمة ومعامل التوهين الخطي للمادة شكل (٧ ـ ٣) .



توهين الأشعة
شكل (٧ ـ ٣)

٧ ـ إن معامل التوهين الكتلي يساوي عدديا معامل التوهين الخطي.

٨ ـ تتضمن عملية الكهروفوتوني تفاعل الفوتونات مع الكترونات الذرة مؤدية الى توليد الكترونات ثانوية.



شكل (٧ ـ ٤) العملية الكهروضوئية

٩ ـ ان معامل التوهين الخطي الكهروفوتوني يعتمد على كثافة المادة.

١٠ ـ عندما يتم امتصاص كهروفوتوني تنتج الاشعة المتميزة وتتم انتقالات للالكترونات المدارية.

١١ ـ تحدث حافة امتصاص ك عند طاقات الفوتون العالية اكبر من حافة امتصاص ل . وتحدث كذلك عند الطاقات التي تعتمد على طاقة الربط الالكترونية . وهي نتيجة فوتونات تنزع الكترونات من المدارك .

١٢ ـ هناك احتمال كبير لانتزاع الكترون مداري اذا كانت طاقة الفوتون اكبر قليلا من طاقة الربط الالكترونية.

١٣ ـ الالكترونات المتولدة بطريقة الكهروفوتوني تسبب تأين ثانوي وتؤدي الى توليد الأشعة المميزة .

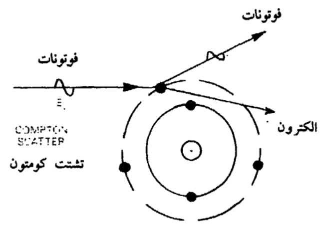
١٤ ـ ان الاشعة المميزة المتولدة بعملية الكهروفوتون تسبب التأين وذات طاقة مرتبطة بالعدد الذري للمادة الممتصة وقد تشتت في الوسط.

١٥ ـ ان طاقة الاشعة المميزة ك اكبر في حالة الذهب منها في حالة التنجستن.

١٦ ـ ان شعاع السيني الأولى قد يتشتت دون فقدان في الطاقة وقد لا يتشتت في الوسط وقد يتشتت في اي اتجاه.

١٧ ـ تصادمات كومتون تسبب تأين للذرات.

١٨ ـ ان تأثير كومتون يؤدي الى توليد فوتونات ثانوية. كما يؤدي الى توهين للشعاع السيني. شكل (٧ ـ ٥).



شكل (٧ ـ ٥) ظاهرة كومتون

١٩ ـ ان الفوتونات المشتتة والمتولدة نتيجة تصادمات كومتون ذات طاقة أعلى اذا كان التشتت في الاتجاه الأمامي . وتؤدي الى التأين وتنتج عن طريق التفاعلات مع الالكترونات الحرة .

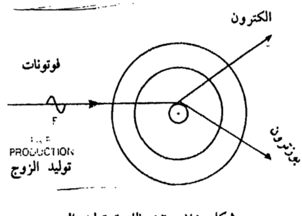
٢٠ ـ عند تفاعل فوتونات الأشعة السينية مع الأنسجة الرخوة فإن تأثير كومتون يدخل ضمن الجرعة .

٢١ ـ ان معامل كومتون للتوهين الخطي يعتمد على الكثافة ويحدث اكثر للمواد ذات العدد الذري المنخفض .

٢٢ ـ يحدث توليد الزوج عندما يتفاعل فوتون مع نواة الذرة اذا كانت

طاقة الفوتون تزيد عن ١,٠٢ مليون الكترون فولت.

٢٣ ـ يحدث توليد الزوج عندما يتفاعل الفوتون مع نواة الذرة ويحدث اشعة الاختفاء ويؤدي إلى تأين ، شكل (٧ـ ٦).



شكل (٧ـ ٦) ظاهرة توليد الزوج

٢٤ ـ قد تتشتت اشعة الاختفاء وتنتهي وذلك بامتصاصها بطريقة الكهروفوتوني .

٢٥ ـ ان معامل الامتصاص الكلي اقل في الهواء عن الماء لجميع الطاقات الفوتونية.

٢٦ ـ يمكن رؤ ية العظام في التصوير بالاشعة باستخدام اشعة اكس ذات واحد مليون الكترون فولت لأن العظام ذات كثافة أعلى من الأنسجة الرخوة .

٢٧ ـ عندما تتفاعل فوتونات ذات طاقة واحد مليون الكترون فولت مع انسجة الجسم فإن التشتت يكون في الاتجاه الامامي معظم الوقت.

٢٨ ـ عندما يمر شعاع متوازي من اشعة اكس ذات طاقة واحد مليون الكترون فولت خلال ٢٠سم من الماء تمر ٢٥٪ من الشدة فقط وان معظم الفوتونات تتفاعل بطريقة الكومتون.

مراجـــع

Meredith W.J. Massey J.B. 1977 Fundamental Physics of radiology, Wright, Bristol, chs 6,7.

مصطلحات علمية

interaction	تفاعل
radiation	اشعاع
matter	مادة
medium	وسط
attenuation	توهين ـ تقليل
absorption	امتصاص
linear coefficient	معامل خطي
half layer	طبقة النصف
mass attenuatium coefficient	معامل التدهين الكتلي
photoelectric	الكهروفوتوني
K edge	حافة ك
compton collisions	تصادمات كومتون
scattered photons	فوتونات مشتتة
soft tissue	خلايا رخوة
pair production	تكوين الزوج
annihilation radiation	اشعة الا[illegible]
bone	عظام
body	صورة بالاشعة
dose	جرعة

الفصل الثامن

الكشف عن الاشعاع المؤين
Detection of Ionising Radiation

١ ـ ان علم الجرعة الاشعاعية مهم لأن الطاقة الممتصة في الخلايا يمكن قياسها. ولأن التأثيرات البيولوجية للاشعاع تعتمد على الجرعة.

٢ ـ يعرف التعرض بدلالة كمية الشحنة المتولدة في وحدة الكتل في الهواء.

٣ ـ ان وحدة التعرض هي الكولومب لكل كيلو جرام في الهواء.

٤ ـ تعرف الجرعة الممتصة بدلالة الطاقة المودوعة في كتلة مادة.

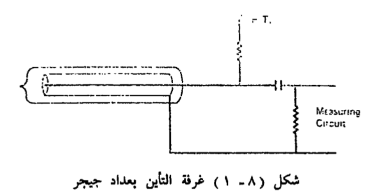
٥ ـ وحدة الجرعة الممتصة هي الجراي (Gy - gray) أو جول لكل كيلوجرام (J / Kg) .

٦ ـ تقاس الجرعة الممتصة باستخدام المقياس السعري Calorimeter .

٧ ـ ان الجرعة الممتصة يمكن حسابها من قياسات التعرض اذا كانت طاقة الفوتونات معلومة ومحدد وسط الامتصاص وبمعلومية الطاقة المتوسطة للأشعة .

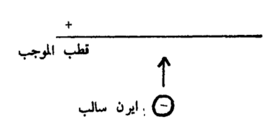
٨ ـ يستخدم المقياس السعري لقياس الجرعة الممتصة .

٩ ـ ان غرف التأين لها قطب موجب وآخر سالب شكل (٨ ـ ١) .



شكل (٨ - ١) غرفة التأين بعداد جيجر

١٠ - ان الايونات السالبة المتولدة في غرف التأين تتجمع بواسطة القطب الموجب وقد تكون سالبة أو موجبة شكل (٨ - ٢) .

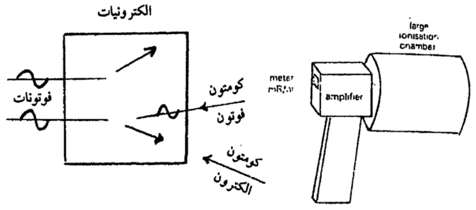


شكل (٨ - ٢) تجاذب الايونات السالبة للقطب الموجب

١١ - اذا عملت غرفة تـأين في ظل ظـروف التشبع فـإن تيار التـأين لا يعتمد على الشدة الفوتـونية ولا يحـدث اتحاد بـين الايونـات ويستخدم الجهـد السليم المستقطب.

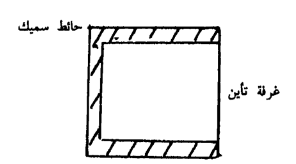
١٢ - تعـاير غـرف التأين عن طـريق مقارنتهـا مع غـرف الهـواء الحـر القياسية. وحساسيتها تعتمد على درجة الحرارة والضغط.

١٣ - عندما تسقط الاشعة السينية على غرفة التأين تتولد الالكتـرونات الفوتونية والالكترونات كومتون ولا تتوهن فوتونات كثيرة. (شكل (٨ - ٣) .



شكل (٨ - ٣) توليد الالكترونات بغرفة التأين

١٤ - تستخدم غرف التـأين ذات الحائط السميـك وذلك لعمـل اتزان الكتروني عند طاقات الاشعة السينية المحددة شكل (٨ - ٤).



شكل (٨ - ٤) غرفة تأين ذات حائط سميك

١٥ - ان حجم الهواء لغرفة التأين يحدد حساسيتها.

١٦ - تستخدم عادة دائرة تكبير لقياس معدل التعرض.

١٧ - ان مقايس التعرض تقيس الكمية الكلية للشحنة المتولدة في كتلة هواء ويجب ان يكون استجابة خطية.

١٨ - يحدد التيار في غرف التأين بواسطة.

١ - حجم الغرفة.

٢ ـ شدة الاشعة السينية.

٣ـ سمك الحائط.

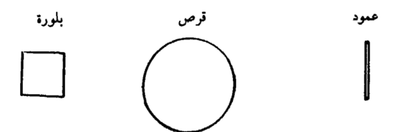
١٩ ـ ان فلوريد الليثيوم كاشف الحالة الصلبة للاشعاع المؤين وهو عبارة عن مادة تستخدم لتقدير الجرعة بواسطة ظاهرة التلألؤ الحراري.

٢٠ ـ مقياس الجرعة التلألؤ الحراري المستخدمة في الطب ذات عدد ذري متوسط مشابه للانسجة الرخوة. كما انها تتميز بأنها صغيرة الحجم.

٢١ ـ ان مقياس الجرعة التلألؤ الحراري قد تكون حساسة لضوء فوق البنفسجي وتستخدم في الحالات الهامة . ويجب أن تعاير .

٢٢ ـ فلوريد الليثيوم يمكن تعقيمه بواسطة التسخين دون التأثير على حساسيته.

٢٣ ـ ان كواشف التلألؤ الحراري قد تكون على شكل ـ مسحوق ـ اقراص أو أعمدة. شكل (٨ـ ٥) . .



شكل (٨ـ ٥) كاشف الحالة الصلبة في صور مختلفة

٢٤ ـ في نظام قراءة مقياس جرعة التلألؤ الحراري يستخدم الضارب الفوتوني ومرشح اشعة فوق الحمراء وغاز النيتروجين.

٢٥ ـ إن نوع (كيف) شعاع من الأشعة السينية يعتمد على طاقة الفوتونات وتزيد بزيادة الترشيح .

٢٦ ـ ان طبقتي قيمة النصف الأول والنصف الثاني لهما نفس القيمة

لأشعة السنية احادية الطاقة وتعطي اشارة لنوع الشعاع.

٢٧ ـ ان الترشيح الذاتي (الداخلي) لانبوبة اشعة اكس التشخيصية تكون عادة اقل من ٢ ملي الومنيوم ويكون اكبر بالنسبة لجهد مقداره ٥٠ كيلوفولت .

٢٨ ـ ان المواد التي تستخدم لترشيح شعاع الاشعة السينية التشخيصية يكون ذو عدد ذري منخفض.

٢٩ ـ ان المواد التي تستخدم لترشيح شعاع من اشعة سينية بجهد ٢٥٠ كيلوفولت، تعمل على توهين الشعاع بواسطة التأثير الكهروفوتوني .

٣٠ ـ ان الطاقة المكافئة لشعاع من الاشعة السينية مرتبط بطبقة قيمة النصف ويزيد عند زيادة الترشيح المستخدم.

مراجــع

Meredith W.J., Massey J.B., 1977 Fundamental Physics of radiology, wright, Bristor, ch10.

مصطلحات علمية

detection	الكشف
detector	كاشف
ionising radiation	شعاع مؤين
dosimetry	علم الجرعة
biological effects	تأثيرات بيولوجية
exposure	التعرض
deposition	ايداع
coulomb — C	الكولومب (وحدة الشحنة)
absorbed dose	الجرعة الممتصة
density	الكثافة

gray — Gy	الجراي
joule — J	الجول
ionization chamber	غرف التأين
calorimeter	المقياس السعري
calculation	حسابات
ions	ايونات
calibration	معايرة
by comparing	بالمقارنة
standard free air chamber	غرفة الهواء الحر القياسية
photo electrons	الالكترونات الفوتونية
complon electrons	الكترونات كومتون
thick walled	الحوائط السمكية
electron equilibrium	اتزان الكتروني
air volume	حجم الهواء
sensitivity	حساسية
response	استجابة
exposure rate	مقياس معدل التعرض
lithium fluoride	فلوريد الليثيوم
solide state detector	كاشف الحاسة الصلبة
thermoluminescent dosimetry	قياس الجرعة بطريقة التلألؤ الحراري
thermoluminescent dosemeters	مقياس جرعة التلألؤ الحراري
thermoluminescent detectors	كواشف التلألؤ الحراري
readou system	نظام القراءة
nitrogen gas — N	غاز النيتروجين
half value layer — HVL	طبقة قيمة النصف
filtration	ترشيح

الباب الثالث

فوق الصوتيات ـ الطب النووي
التشخيص والعلاج بالاشعاع

الفصل التاسع

فوق الصوتيات

Ultra Sound

١ ـ توصف الموجة فوق الصوتية كموجة ضغط طولية وكـذلك كمـوجة عرضية وتتولد عن طريق اهتزازات الاجسام.

٢ ـ تستخـدم الموجـات فوق الصـوتية في التشخيص وذلـك لتـوضيـح تركيبات الخلايا الرخوة وكذلك لمراقبة حركة صمام القلب.

٣ ـ تستخـدم الموجـات فوق الصـوتيـة في التشخيص لأنها لا تنشـر في الفراغ كما انها تتولد وتكتشف بواسطة محول طاقة.

٤ ـ ان للموجات فوق الصوتية الخواص التالية: تتوهن (تقل) في الخلايا وذات شكل موجي جيبي (على شكل جيب الزاوية)، وتنتشر خلال الماء.

٥ ـ ان بلورات محـولات الطاقـة للموجـات فوق الصـوتية تتكـون من الكوارتز او تيتنات الباريوم.

٦ ـ ان المادة الحاملة من محولات الطاقة هي عبارة عن سائل غليظ resin محمل بمعدن.

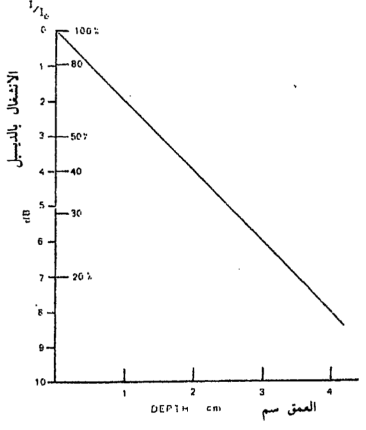
٧ ـ ان العازل الصوتي من محولات الطاقة يقـلل الـدق ringing ويمتص فوق الصوتيات.

٨ ـ مجموعة محولات الطاقة (الطورية) ذات عناصر ينطلق منها موجات

فـوق صوتيـة لا تعتمـد عـلى بعضهـا. وقـد تستخـدم لتغـير اتجـاه الشعـاع.
وتستخدم فقط من مواسح (ماسح) الزمن الحقيقي .

٩ ـ مجموعة محولات الطاقة الخطية عديدة العناصر لنفس المادة البيزو ـ كهربية ، ويمكن استخدامها لتوليد صور الزمن الحقيقي .

١٠ ـ تـوهن الموجـات فوق الصـوتية بـواسطة الانعكـاس عنـد سـطح النسيج وبواسطة التشتت وكذلك بواسطة امتصاص الاشعة . شكل (٩ ـ ١) .



شكل (٩ ـ ١) توهين الموجات الصوتية

١١ ـ اكثر من ٥٠٪ من انعكاس الطاقة يتم عند تقابل الخلايا الرخـوة بالعظام وكذلك عند تقابل الخلايا الرخوة بالغاز.

١٢ ـ إن مقدار الاشارة المنعكسة يعتمد على التغير في الممانعة الصوتية عند المدخل.

١٣ ـ يحدد قانون سنل زاوية الانكسار عند المدخل.

١٤ ـ إن ظاهرة التداخل تحدث عندما تتفاعل موجتين وهي اكثر شيوعا مع الموجات فوق الصوتية المستمرة وهي هامة في فوق الصوتيات.

١٥ ـ يوضح عرض الحزام مدى الترددات الموجودة. وهي مرتبط بطول النبضة وهو ثابت لمحول طاقة محدد.

١٦ ـ تعتمد الممانعة الصوتية على مرونة الخلايا وكثافة النسيج ودرجة حرارة النسيج.

١٧ ـ ان سرعة فوق الصوتيات تختلف للمواد المختلفة وتعتمد على درجة الحرارة.

١٨ ـ ان سرعة الشعاع فوق الصوتي تحدد عن طريق قياس الزمن اللازم لنبضة لتعود خلال لوح من البرسيكس ذو سمك محدد أو الزمن اللازم لنبضة لتعود خلال سمك معروف من الماء.

١٩ ـ تحدد دقة الشعاع الفوق صوتي بواسطة تصوير سلسلة من الاسلاك عند اعماق مختلفة من وجه محول الطاقة. وكذلك عن طريق تصوير سلسلة من الاسلاك عند نفس العمق من وجهة محول الطاقة.

٢٠ ـ ان تأثير دوبلر يقيس التغير في تردد الموجة فوق الصوتية وينتج عن حركة المتقابلات وقد يستخدم لتحديد شكل patency الأوعية الدموية شكل (٩ ـ ٢) .

ظاهرة دوبلر
شكل (٩ ـ ٢)

٢١ ـ يكـون انحراف تـردد دوبلر اكبر عنـد ٥ ميجاهـرتز عنها عند ٢ ميجاهرتز، ويمكن كشف هذا الانحراف بواسطة محول طاقة احادي.

٢٢ ـ ان انحـراف دوبلر الترددي يتنـاسب عكسيـا مـع سـرعـة فـوق الصوتيات في الوسط ويعتمد على التردد المنقول.

٢٣ ـ تسجل الصور فوق الصوتية على فيلم فـوتوغـرافي او على شـرائط فيديو.

٢٤ ـ ان جهاز مسح ـ ب التقليدي ذوي مبديء مولد نبضات ومكبر تردد راديو وراسم ذبذبات اشعة المهبط.

٢٥ ـ العيوب الفنية (Artefacts) في المساح ـ B تسبب عن طريق تكرار reverberation الانكسار والتسجيل الخاطىء.

٢٦ ـ ان مـاسح (حـركـة الـزمن) يستخـدم brightness modulation تعديل اللمعان ويستخدم لمساعدة عمل الصمام المتيرلي. وقد يستخدم الطرق البابية gating.

٢٧ ـ ان ماسح الزمن الحقيقي يمكن حمله وهو ذو تردد تكرر نبضي اكبر من ١٠ ولا يستخدم للصور الساكنة.

٢٨ ـ ان مـاسـح المقـطع الميكـانيكي يـولـد صـور مـزيفـة flicker اذا استخدم عند السرعات المنخفضة.

٢٩ ـ ان محـولات المسـح قـد تكـون analogue او رقميـة digital، ويستخدم مدفع الكتروني ونظام انحراف. ويزيد من درجة تسويد grey للصورة.

٣٠ ـ ان جهاز المسح يستخدم نبضات فـوق صوتيـة ويستخدم لقيـاس تركيبات الاعماق.

٣١ ـ ان ماسح فوق صوتي يولد نبضات فوق صوتية ويكشف عن . الصدى المتولد بواسطة الخلايا . ويولد صور نماذج الصدى.

٣٢ ـ ان المدى الديناميكي لنظام فوق صوتي يعبر عنه بالديسبل وهو يعبر عن المدى لسعة الاشارات الممكن تسجيلها.

٣٣ ـ تستخدم طريقة حمام الماء لتصوير الأعضاء الصناعية superficial وتتطلب وضع متأخر لمخرج محول الطاقة . وهي متعرضة لعيوب التكرار .

٣٤ ـ ان الوسط الرابط يستخدم عادة بين محول الطاقة وجلد المريض. ويمنع الهواء وعليه يسمح بأقصى انتقال للشعاع.

٣٥ ـ تولد الاشعة فوق الصوتية تكهيف جريان وstreaming .

٣٦ ـ تزداد الجرعات للافراد تحت الاختبار بالموجات فوق الصوتية اذا زاد التردد المتكرر . وعند استخدام طرق الزمن الحقيقي .

المراجع

Hill C.R., McCready V.R., Cosgrove D.O., 1978. Ultrasound in tumour diagnosis, Pitman Medical, London.

McDicken W.N. 1981, Diagnostic ultrasonics, Wiley New York.

Wells PNT 1972 Ultrasonics in clinical diagnosis, Part - I, churchill Livingstone, Edinburgh.

Woodcock. J.P. 1979 Ultrasonics, Hilger, Bristol.

مصطلحات علمية

عالي	ultra
صوت	sound
فوق الصوتي	ultrasound
موجة	wave

longitudinal	طولية
transverse	مستعرضة
oscillation	اهتزازه
monitor	مراقبة
heart valve	صمام القلب
transducer	محول طاقة
properties	خواص
sinusoidal	جيبي
quartz	كوارتز
acoustic	صوتي
insulator	عازل
MHz (Mega Hertz)	ميجاهرتز
images	صور
scattering	تشتت
interface	تداخل
signal	اشارة
frequency	تردد
impedance	ممانعة
angle	زاوية
phenomena	ظاهرة
continuous wave	موجة مستمرة
amplitude	السعة
bandwith	عرض الحزمة
velocity	سرعة
resolution	الدقة

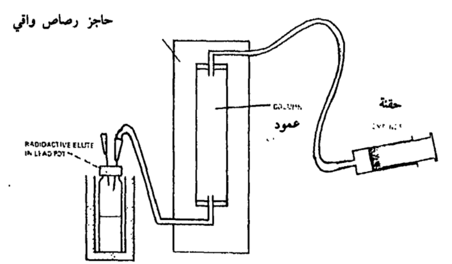
doppler effect	تأثير دوبلر
shift frequency	انحراف التردد
recorder	مسجل
photographic film	الفيلم التصويري
video tape	شريط فيديو
scanning equipment	جهاز مسح
pulse	نبضة
artefacts	عيوب
reverberation	تكرار
time- motion	زمن ـ الحركة
modulation	التعديل او التغير
mitral valve	الصمام الميترالي
real- time	الزمن ـ الحقيقي
scan converters	محولات المسح
water- bath	صمام ماء
compling medium	وسط الربط
cavitation	التكهيف



الفصل العاشر

الطب النووي

١ ـ مولدات النويدات المشعة تحدث محلول clute ذو رقم هيدروجيني P^H بين ٦ و ٧ . ويتم الحقن eluted بواسطة ضغط موجب أو سالب وهن ذات عمر محدد مفيد . أنظر شكل (١٠ ـ ١) .



A sterile generator for producing short-lived radioactive nuclides, e.g. technetium-99m.

شكل (١٠ ـ ١) مولد لانتاج مواد مشعة نووية نصف عمرها صغير مثل تكنسيوم ـ ٩٩ نصف المستقر

٢ ـ ان مولدات النويدات المشعة يجب ان يتخلص منها كمتخلف صلب.

٣ ـ للحصول على تركيز اشعاعي عالي من مولد نظيري يجب ان ينتظر عدة ساعات بين الحقن elutions كما يجب استخدام احجام صغيرة متعددة من المحلول الملحي في الحقن .

٤ ـ جميع النويدات المشعة المستخدمة في الحقن يجب ان تبقى معقمة باستخدام طرق مطهرة asephic خلال تركيب الدواء dispensing .

٥ ـ ان حقائب kits الصيدلية الاشعاعية غير المرقمة من الطرق المناسبة لترقيم النويدات المشعة . ويستخدم مواد كيمائية جافة مجمدة . كما تستخدم لتحضير جرعات متعددة من المواد الصيدلية المشعة .

٦ ـ النويدة المشعة ذات الحمل الحر ذات نشاط اشعاعي نوعي عالي .

٧ ـ للتشخيص يفضل استخدام النويدات المشعة التي ينطلق منها اشعة جاما وتكون ذات نصف عمر بيولوجي صغير.

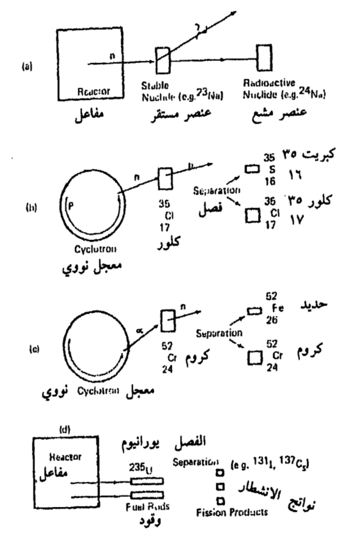
٨ ـ العلاقة بين نصف العمر ومتوسط العمر وثابت التحلل هي :

متوسط العمر = ١,٤٤ نصف العمر

متوسط العمر = نصف العمر ÷ (٦٩٣), ٠

٩ ـ ان نصف العمر الطبيعي للنويدة المشعة غير مرتبط مع نصف العمر البيولوجي في انسجة الجسم .

١٠ ـ ان معظم النويدات المشعة تستخدم للتشخيص تتولد نتيجة القذف بالنيترونات شكل (١٠ ـ ٢) .



أ ـ تعريض العينة في غرفة بالمفاعل .

ب ـ تعجل البروتونات في السيكلترون ثم تولد نيترونات عالية الطاقة ثم تولد عناصر مشعة .

جـ ـ تعجل جسيمات الفا بالمعجل النووي .

د ـ الحصول على المواد المشعة من تحولات نواتج انشطار اليورانيوم .

شكل (١٠ ـ ٢) توليد المواد المشعة

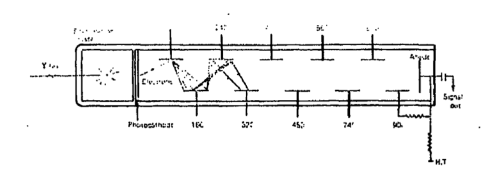
١١ ـ من الامثلة على التفاعلات التي تولد نويدات مشعة ذات الحمل الحر هي تفاعل نيتروجين(١٤) + نيترون ← بروتون + كربون(١٤) .

وتفاعل ليثوم^٦ + نيترون ← الفا + ترينوم^٣

وتفاعل انتموني^١٢١ + الفا ← نيترون + يود^(١٢٣) .

١٢ ـ ان عداد جيجر ذو مهبط سالب ومصعد موجب ويمكن استخدامه لقياس تحول احادي كما أنه يستخدم لقياس معدل التعرض . انظر شكل (٨ - ١) .

١٤ ـ ان العـداد الوميضي البئـري القياسي ذو كفـاءة هندسيـة عـاليـة تصل الى ٩٥٪ وتهرب الومضيات عند سطح البئر. انظر شكل (١٠ ـ ٣) .

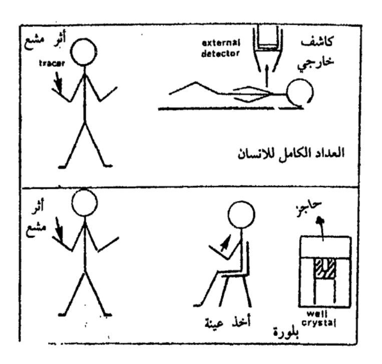


شكل (١٠ ـ ٣) العداد الوميضي

١٢ ـ ان كواشف الحالة الصلبة قد تستخدم اقل من درجة حرارة معينة وذلـك لتقليل ضـوضاء الخلفيـة وذات كفـاءة أعـلى من غـرف التـأين المملوء بالغاز.

١٥ ـ في العداد الوميضي يتناسب عدد الالكترونات المنطلقة من المهبط الفـوتـوني مـع الـطاقـة الممتصـة من البلورة. ويمكن بـواسـطة الكشف عن النوتونات ذات الطاقات المختلفة، كما يمكن الكشف بواسـطته عن جسيمـات بيتا. انظر شكل (١٠ ـ ٣) .

١٦ ـ ان العـدادات الكاملة لـلانسان تتـطلب دروع سميكـة لتحسـين النسبة بين الاشارة والضوضاء الكهربية. شكل (١٠ ـ ٤) .



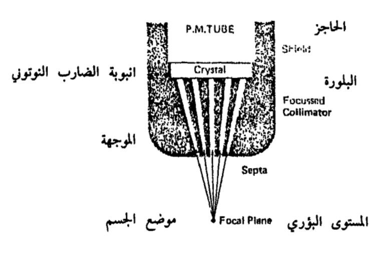
شكل (١٠ ـ ٤) اختبارات تتضمن مواد مشعة

١٧ ـ المساح الخطي rectilinean ذو بلورة ايوديد الصوديوم له ضارب فوتوني واحد في كل رأس وهو قادر على التفرقة بين النويدات المشعة المختلفة .

١٨ ـ ان كاميرا الجاما تستخدم للدراسات الكمّية للعمليات الفسيولوجية. وتنتج صور اسرع من الماسح.

١٩ ـ بلورة كاميرا الجاما قد تتلف impaired عن طريق التغير من درجة الحرارة ، وكذلك الميوعة hydroscopic .

٢٠ ـ إن موجهة الحفرة الموازية لكاميرا جاما تمتص الاشعة المشتتة وتوجهه الفوتونات الى البلورة الوميضية وتمتص الفوتونات الساقطة شكل (١٠ ـ ٥) .



شكل (١٠ ـ ٥) جاما كاميرا

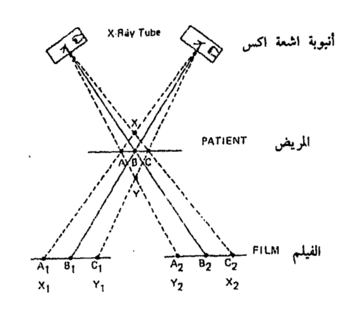
٢٦ ـ ان دقة موجهه الحفرة المتوازية يتحسن بزيادة طول الحفر وبتشكيل قطر الحفر .

٢٢ ـ ان حساسية كاميرا جاما التي تحتوي على موجه الحفر المتوازية تقل بواسطة زيادة طول الحفر وكذلك بزيادة سمك الفجوات septal وتقليل حجم الحفر .

٢٣ ـ العيوب (Artefacts) المتولدة في كاميرا جاما نتيجة التغير في تغذية القدرة والتغير في درجة حرارة البلورة وكذلك عدم الترقيم الصحيح للمستحضرات الصيدلية المشعة .

٢٤ ـ في الانبعاث من جهاز الأشعة المحورية المقطعية بالكومبيوتر يمكن استخدام النويدات المشعة التي ينبعث منها بوزيترون . ويمكن بواسطته رؤية مقاطع عرضية من المريض .

٢٥ ـ يستخدم جهاز الاشعة المحورية المقطعية بالكومبيوتر كواشف وميضية متحركة وكذلك تسهيلات تخزين الصورة . واستخدمت الأفلام كذلك شكل (١٠ ـ ٦) .



شكل (١٠ - ٦) الأشعة المحورية المقطعية

٢٦ - ان كواشف الوميض السائلة يستخدم مفرقات discriminators . وقد تستخدم دوائر توافقية وهي قادرة على عد عينات من نويدتين مشعتين .

٢٧ - ان العد الوميضي السائلي قد يستخدم لعد أشعة جاما ذات الطاقة المنخفضة وقد تصل كفاءتها الى ٥٠٪ في حالة بواعث بيتا .

٢٨ - ان الوميضات السائلة قد تحتوي على اكثر من محلول وتوضح quenching عند توفر اكسوجين وكذلك عند توفر رابع كلوريد الكربون.

٢٩ - عند تصوير المرضى باستخدام النويدات المشعة تستخدم أنظمة التسجيل (فيلم التصوير وشريط المغناطيسي) .

٣٠ - يستخدم فيلم التصوير للتصوير بواسطة النويدات المشعة لتسجيل عدة صور على كل لوح التسجيل دائم .

٣١ - انابيب اشعة المهبط تستخدم ظاهرة الانبعاث الايوني الحراري .

٣٢ ـ يستخدم الكومبيوتر العددي في التصوير بالنويدات المشعة والمبرمج بطريقة الفورتران .

٣٣ ـ يستخدم الكومبيوتر في الطب النووي للدراسات الديناميكية ولتقدير اداء الجهاز ولدراسة مناطق الاهتمام في التصوير العضوي .

٣٤ ـ يجب أن تكون المصادر مشعة لاختبار الجودة لكاميرا جاما مدرعة خلال التخزين ويجب معايرتها قبل الاستخدام وقد تكون مصدر نقطي .

٣٥ ـ اختبارات الجودة على نظام كاميرا جاما تتضمن مراقبة اداء انبوب الضارب الفوتوني ويجب اجراءه دورياً ويمكن استخدامه لتقدير كفاءة النظام .

٣٦ـ تستخدم النويدات المشعة ذات متوسط نصف عمر عدة ايام للعلاج .

مراجـــع

Parker R.P., Smith P.H.S., Taylor D.M. 1978, Basic of nuclear science, Churchill Livingstone, Edinburgh.

Sorenoson J.R., Phelps M.E. 1980 Physics in nuclear medicine, Grane and Stratton, New York.

مصطلحات علمية

radionuclide	نويدات مشعة
generators	مولدات
saline	محلول ملحي
concentration	تركيز
isotope	نظير
injection	حقن
steritle	تعقيم

radiopharmacentical	مستحضرات صيدلية مشعة
kit	صندوق - حقيبة
carries-free	حامل حر
mean life	متوسط العمر
physical half life	نصف العمر الطبيعي
reaction	تفاعل
geiger counter	عداد جيجر
standard well scintillation counter	العداد الوميضي ذو البئر القياسي
whole body counter	عداد الكامل للانسان
rectillinean scanner	مساح خطي
gamma camera	كاميرا جاما
crystal	بلورة
collimator	موجهة
computerized	يعمل بالكمبيوتر
axial	محوري
tomography	مقطعي
liquid scintillation	الوميض السائل
imaging	التصوير
recording system	نظام التسجيل
photographic film	فيلم التصوير
quality control	تأكيد الجودة

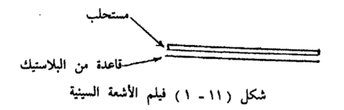
الفصل الحادي عشر

التشخيص بالأشعة

Diagnostic Radiology

١ ـ إن قاعدة فيلم الاشعة السينية تدخل في الكثافة الضوئية.

٢ ـ تتكون المستحلبات الاشعة السينية من بلورات من بروميد الفضة. شكل (١١ ـ ١).



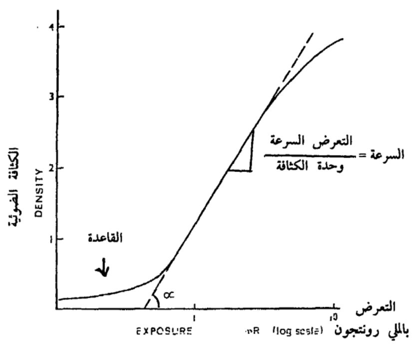
شكل (١١ ـ ١) فيلم الأشعة السينية

٣ ـ إن مستحلبات الاشعة السينيـة ذات سمك من ١٠/١ الى ١٠/٢ ميكرومتر (الميكرومتر واحد من المليون من المتر).

٤ ـ الكثافة الضوئية ليست لها وحدة وهي كمية عينية = لو $\frac{\text{الشدة الأصلية}}{\text{الشدة النهائية}}$.

٥ ـ إن المنحنى المميـز للفيلم يحدد بـواسطة الكثـافة الضـوئيـة ويعـطي معلومات بالنسبة الى سرعة الفيلم شكل (١١ ـ ٢).

٦ ـ ان كثافة القاعدة او كثافة الضبـاب في الفيلم قد تكـون راجعة الى اشعاع الخلفية وهي تتأثر بظروف التخزين شكل (١١ ـ ٢).



شكل (١١ ـ ٢) منحنى الفيلم المميز

٧ ـ ان خواص فيلم الاشعة السينية هي السرعة والحساسية .

٨ ـ ان سرعة فيلم الاشعة السينية هي التعرض اللازم للحصول على وحدة من الكثافة الضوئية وهو مقلوب الحساسية وتزيد عن استخدام مستحلبين. شكل (١١ ـ ٢) .

٩ ـ اظهار الجسم يعبر عنه كلوغريتم النسبة لشدتين من الاشعة السينية. وهو يتناسب مع الفرق في معاملين توهين خطيين.

١٠ ـ الاظهار الشيء ويعرف ايضا بالاظهار التصويري وهو يساوي الفرق في كثافتين ضوئيتين.

١١ ـ اظهار الفيلم يقل اذا زادت كثافة ضباب (خلفية) القاعدة ويساوي الاظهار الشيء على اظهار الجسم ويختلف مع زمن التحميض .

١٢ ـ يعتمد الاظهار التجسيمي على ظروف الرؤ ية .

١٣ ـ شدة الاشعاع المشتت تعتمد على سمك المريض.

١٤ ـ تستخدم الطرق التالية لتقليل شدة الاشعة المشتتة المتولدة في مريض : وهي تغير في جهد الأنبوبة ـ الضغط compression وتصغير في مساحة الشعاع الأولي.

١٥ ـ تستخدم الشبكات الثانوية كمتوازية خطية ـ متقاطعة وتجميع من نوع psendo.

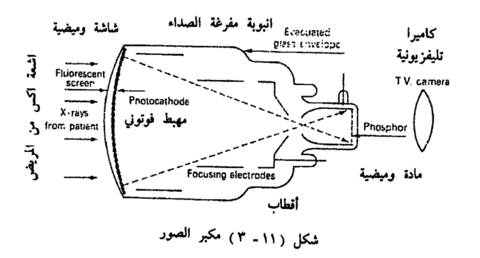
١٦ ـ تنتج صور ذات نوع ردىء نتيجة ميل الشبكة وعدم التركيز العرضي واستخدام شبكة مجمعة.

١٧ ـ معامل الاظهار المحسن يساوي نسبة الاظهار مع الشبكة إلى الاظهار بدون الشبكة ويتغير ببطء مع فرق الجهد ويعتمد على سمك المريض.

١٨ ـ معامل الشبكة يمكن التعبير عنه بدلالة النسبة بين شدتين اشعاعيتين. أو النسبة بين تعرضين اشعاعيين وتزيد اذا زاد المحتوى الرصاصي للشبكة.

١٩ ـ اذا زادت نسبة الشبكة يتحسن الاظهار.

٢٠ ـ ان شاشة التكبير تصنع من مادة ذات عدد ذري عالي وهي مادة مستشعة وذات معامل انكسار صغير شكل (١١ ـ ٣).



شكل (١١ ـ ٣) مكبر الصور

٢١ ـ ان الغرض من شاشة التكبير تقليل جرعة المريض ولاستخدام تعرضات اصغر.

٢٢ ـ ان شاشات التكبير قد تكون مزودة أو منشطة بعنصر تربيوم Terbium.

٢٣ ـ ان معامل التكبير للشاشة يعتمد على سمك الشاشة وهو ليس له وحدة وتعتمد على معامل تحويل الاشعة السينية الى ضوء.

٢٤ ـ عند سقوط الاشعة السينية على شاشة التكبير فإن الشاشة قد تشتت الاشعة السينية وقد تولد الكترونات فوتونية.

٢٥ ـ ان الشاشات المستشعة تستخدم كبريتيد الكاديوم كمادة مستشعة.

٢٦ ـ ان حدة الرؤية للعين اقل لقضيب الرؤيا عنه بالنسبة الى مخروط الرؤيا ويمكن التعبير عنه بدلالة ازدواج الخطية لكل ملم ويعتمد على شدة الضوء المنبعث من الشاشة المستشعة.

٢٧ ـ ان تأقلم للظلام يسمح للعين لاستخدام الرؤيا scotopic.

٢٨ ـ ان مكبرات الصور ذات مصعد ومهبط فوتوني. شكل (١١ ـ٣).

٢٩ ـ ان المهبط الفوتوني لمكبر الصور يكون عادة سالب بالنسبة الى المصعد.

٣٠ ـ ان اضاءة الشبكة لمكبر الصور يعتمد على نسبة مساحة المدخل الوميضي الى المخرج الوميضي. ويعتمد على فرق الجهد بين المصعد والمهبط وقد يكون التكبير عالي حتى ٥٠٠٠.

٣١ ـ عند استخدام مكبرات الصور فإن التأقلم بالظلام غير ضروري وقد يصاحبه بعض التشويه الهندسي للصورة.

٣٢ ـ تستخدم كاميرا التلفزيون في التصوير بالاشعة وذلك عن طريق ربطها مع مكبر الصور.

٣٣ ـ ان خواص كاميـرا التلفزيـون توصف بـدلالة الـدقة ـ الحسـاسية وlag.

٣٤ ـ ان دقة النظام التلفزيوني محدودة بعدد خـطوط المسح ويعبـر عنها بدلالة الخطوط المزدوجة لكل مليمتر.

٣٥ ـ ان الكاشف المستخدم في التصوير بـالطريقـة الجافـة مصنوع من مادة ذات توصيل فوتوني مثل السلنيوم . Selenium .

٣٦ ـ تعتمد حساسية الكاشف المستخدم في التصويـر بالـطريقة الجـافة عـلى سمك الكـاشف ويعـرف بـأنها مقلوب التعـرض لتقليـل الشحنـة عـلى الشكاف الى ١/٢ القيمة الأولية.

٣٧ ـ ان مـزايا التصـوير بـالاشعة بـالطريقـة الجافـة هي زيادة الحـافة وكذلك يمكن رؤ ية الخلايا الرخوة والعظام على نفس الصورة.

٣٨ ـ تـرى الصـورة المكـونـة في التصـويـر الجـاف بـواســطة الضـوء المنعكس وتتولد عن طريق تحميض المسحوق السحـابي وقد تكـون موجبـة أو سالبة.

٣٩ ـ التكبير بالتصوير بالاشعة يساوي النسبة بين البعد البؤ ري للفيلم الى مسافة البلد البؤ ري للجسم. وتستخدم فقط بؤ رية صغيرة.

٤٠ ـ ان شاشات التكبير المستخدمة في التكبير بالتصوير بالأشعة تسبب عدم وضوح أقل بسبب الضوء.

٤١ ـ عند استخدام تكبـير بالتصـوير بـالاشعة يحـدث زيادة في جـرعة المريض ويزيد كذلك عدم الوضوح.

٤٢ ـ ان دالة النقل التغيري يعبر عنها بالنسبة بين المعلومات المسجلة الى المعلومات المتوفرة في الشعاع السيني وهي كذلك تعكس المعلومات المفقودة عند تسجيل الأشعة السينية وقد تشكل من تحليلات فرير Fourier .

٤٣ ـ تتطلب كاميرات السينيا المستخدمة مع نظام مكبر الصورة نظام عدسة tandem لتحسين الكفاءة الضوئية ويستخدم حركة فيلم أمامية وخلفية على فترات intermittent.

٤٤ ـ في التصوير بطريقة النبضة السينمافلورية تقل الجرعة للمريض بالنسبة الى التي يتعرض لها بطريقة السنيي التقليدية. ويكون الميللي امبير/ ثانية لكل حامل يساوي عرض النبضة مضروب في تيار الانبوبة.

٤٥ ـ ان السيني النبضي يوافق التعرض للاشعة السينية مع حركة فتحة (shutter)الكامير. وهي ذات تحكم كثافة اوتوماتيكي. وقد تستخدم مستوى ثنائي bi - plane .

٤٦ ـ ان دقة نظام التصوير بطريقة السينما فلور تتأثر بواسطة حجم الوميض الخارجي وكذلك قدرة التحليل للفيلم.

٤٧ ـ لعدسة اي(نظام) كاميرا فإن العدد f يساوي = البعد البؤري ÷ القطر. ويعتمد التكبير على حجم الجسم.

٤٨ ـ المقطعية هي طريقة لتصوير اجزاء من الجسم وتحصل عليها عن طريق تحرك المريض والفيلم. انظر شكل (١٠ ـ ٦) .

٤٩ ـ تتطلب الأجهزة المقطعية نقطة محورية حول نقطة ثانية وهي ذات مستوى رافعة متغير.

٥٠ ـ ان مستوى الرافعة المقطعية يحدد المستوى الذي يبقى في البؤرة

ويصل كنقطة ارتكاز لانبوبة اشعة اكس والفيلم.

٥١ ـ ان علبة الأجزاء المتعـددة تقلل جرعـة الاشعاع الى المـريض عند تصوير عدة مستويات وتتطلب زيادة في الجهد وتستخـدم في الاشعة المحـورية المقطعية بالكومبيوتر.

٥٢ ـ عند استخدام حـركة دائـرية مقـطعية تـزداد زاوية التعـرض وقد تحدث عيوب artefacts عند تصوير تراكيب دائرية وتزيد درجةعدم الدقة blurring .

٥٣ ـ التصوير بـطريقة بـالنتومـو يستخدم لتصـوير الاسنـان ويستخدم شعاع رقيق بين الاشعة السينية ويتطلب من حافظة خاصة منحنية.

٥٤ ـ من عيوب التصوير بالطريقة المحورية المقطعية العرضية حدوث تحركات غير واضحة وعدم القدرة على التعريف بسبب طول المسافة بين الجسم والفيلم .

٥٥ ـ يستخدم جهاز التصوير المحوري المقطعي بالكومبيوتر على كرسي للمريض متحرك وبنك من الكواشف الوميضية.

٥٦ ـ ان الصورة من المسح بطريقة المقطعية بالكومبيوتر تخزن في كومبيوتر عددي ويمكن تخزينها للتخلص من ضوضاء الخلفية .

٥٧ ـ في جهاز المسح بطريقة المقطعية بكومبيوتر تدور انبوبة اشعة اكس خلال ٣٦٠ درجة وتستخدم اشعة سينيـة بجهد ١٢٠ كيلوفـولت ويمكن تصويـر طبقتين مقطعيتين في ان واحد.

٥٨ ـ يحدث التصوير الحراري thermography صور بواسطة الكشف عن موجات كهرومغناطيسية طويلة .

٥٩ ـ ان عيوب التصوير الحراري يتطلب تبريـد لجلد المريض وكـذلك الضوضاء الناتجة من تمدد الكاشف.

٦٠ ـ ان التصوير بطريقة الرنين النووي المغناطيسي يتم بواسطة اشعاع موجات الراديو ويكشف عن وجود البروتونات في ماء الجسم ويتضمن امتصاص الطاقة بالبروتونات.

٦١ ـ مع الرنين النووي المغناطيسي يستخدم مغناطيس كهربي ويكون المريض في مجال مغناطيسي.

٦٢ ـ مع الرنين النووي المغناطيسي استرخاء البروتون هام ويقوم البروتون بإعادة اشعاع الطاقة بعد نزع نبضة تردد الراديو. وتهبط شدة الاشارة المعاد تشخيصها اسيا.

٦٣ ـ في عملية الرنين النووي المغناطيسي تحرر البروتونات الطاقة الى الجزئيات المجاورة عندما تسترخي. كما ان تجاور الماء مع الخلايا ذات بروتينات مرتبطة بالقرب من البروتين ذو زمن استرخاء قليل. كما ان الكبد ذو زمن استرخاء صغير.

٦٤ ـ في عمليات الرنين النووي المغناطيسي يصل زمن الاسترخاء البروتون المغزلي للخلايا الى ٢٠٠ ميللي ثانية.

٦٥ ـ يتم في التصوير بطريقة الرنين النووي المغناطيسي على انبوبة اشعة المهبط وذلك بالنسبة الى انسجة الجسم مقطعياً.

٦٦ ـ يتكون الكومبيوتر من وحدة مدخل ووحدة مخرج ووحدة سيطرة.

٦٧ ـ في لغة الكومبيوتر ان BIT (بيت) عبارة عن عدد من النظام الثنائي وان الكلمة ward هي موقع لأكثر من ٨ بيت وان بت (byte) هي موقع لعدد ٨ بيت.

٦٨ ـ ان تسهيلات التخزين الدائم متوفر في نظام الكومبيوتر بواسطة قرص المغناطيس والشريط المغناطيسي والطابع التلفزيوني.

٦٩ ـ يمكن توصيل برنامج الى الكومبيوتر بـواسطة قـرص مغناطيسي ـ شريط ورقي وطابع التلفزيوني.

٧٠ ـ تستخدم الكومبيوتر في الفيـزياء الـطبية لتخـزين صور من راسم المقطعي بالكومبيوتر والدارات الديناميكية من كاميـرا جامـا ومخططات العـلاج بالاشعة.

مراجع

1 - Christensen EE, Curry TS, Dowdey JE, 1978, An Introduction to the Physics of diagonstic radiology, Lea and Febiger, Philadelphia.

2 - Hill DR, 1979, Principal of diagnostic X - ray apparatus, Mac Millan, London.

3 - Johns HE, Cunningham JR, 1980, The Physics of Radiology, Thomas, Illinois, Ch. 16.

4 - Smith FW, 1981, Radiography, No 564, Whole body nuclear magnetie reasonance imaging.

5 - Ter - Pogassian MM, 1967, The Physical aspects of diagnostic radiography, Hœber, New York.

6 - Thompson TT, 1978, A practical Approach to modern X - ray equipment, Little, Brown and Co. Boston.

7 - Vickery BL 1979, Computing principles and techniques, Hilger, Bristol.

مصطلحات علمية

radiology	تصوير بالأشعة
diagnostic	تشخيص
X - ray film	فيلم الأشعة اكس

emulsion	مستحلب
optical density	الكثافة الضوئية
crystal	بلورة
silver bromide	بروميد الفضة
micrometer (μ m)	ميكرومتر
Characteristic Curre	المنحنى المميز
fog density	كثافة ضبابية
speed of X - ray film	سرعة فيلم اشعة اكس
contrast	تباين
objective	شيء
subjective	موضوعي
intensifying screen	شاشة مكبرة
adaptation	تأقلم
brightness	لمعان
Television Camera	كاميرا تليفزيون
Xero radiography	التصوير الجان
Cine Camera	كاميرا سينا
Cine Fluorography	تصوير بالسينافلوريه
pulsed cine	سينا نبضية
synchronise	توافق
camera shutter	حدقة (فتحة الكاميرا)
Lens of the camera	عدسة الكاميرا
Speed of the Lens	سرعة العدسة
focal length	البعد البؤري
Tomography	التصوير بالأشعة المقطعية

patient	مريض
sharpness	الحدة
Tomographic equipment	جهاز التصوير بالأشعة المقطعية
pivot	مرتكز
fulccrum	نقطة الارتكاز
Cassette	علبة
Pantomography	التصوير الصامت
comput erised axial fomography	جهاز التصوير بالأشعة المقطعية بالكومبيوتر .
scanning	ماسح
Thermography	التصوير الحراري
nuclear	نووي
magnetic	مغناطيس
resonance	رنين
protons	بروتونات
relaxation	استرخاء
signal	اشارة
proteins	بروتينات
computer	كومبيوتر
input unit	وحدة المدخل
controt unit	وحدة التحكم
output unit	وحدة المخرج
Computer Jargon	لغة الكومبيوتر
Storage Racilities	تسهيلات تخزينية
magnetie dise	قرص مغناطيس

magnetie tapes	شريط مغناطيس
teleprinter	طابعة كهربية
medical physics	الفيزياء الطبية
photo conductive	التوصيل النوتوني

الفصل الثاني عشر

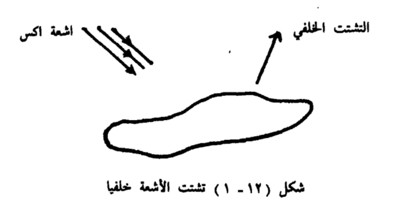
فيزياء العلاج بالأشعة
Physics of Radiotherapy

١ ـ نسبة جرعة العمق في شعاع الاشعة السينية:

ـ تزيد مع حجم المجال.

ـ تزيد مع زيادة الترشيح.

ـ تزيد مع طاقة الشعاع السيني ، شكل (١٢ ـ ١) .



شكل (١٢ ـ ١) تشتت الأشعة خلفيا

٢ ـ تعتمد نسبة جرعة العمق على:

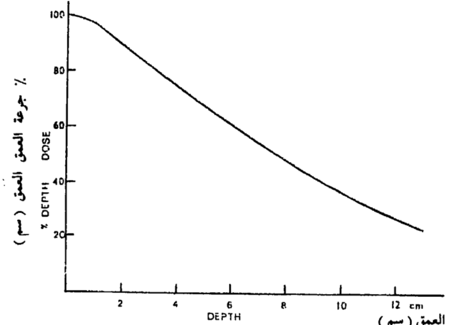
ـ طاقة الشعاع الأولي.

ـ مسافة المصدر من الجلد.

٣ ـ معامل التشتت الخلفي لشعاع سيني:

ـ يختلف مع حجم المجال.

ـ يكون اقل للفوتونات بطاقة واحد مليون الكترون فولت عن فوتونات بجهد ٢٥٠ كيلوفولت لنفس حجم المجال ، شكل (١٢ ـ ٢).



منحنى جرعة العمق لأشعة اكس ـ ٢٥٠ كيلو فولت المجال (١٠ × ١٠ سم) وعلى بعد ٥٠ سم.

شكل (١٢ ـ ٢)

٤ ـ اشعة التشتت الخلفي:

ـ تعتمد شدتها على شكل المجال.

ـ وتدخل في جرعة الجلد للمريض.

٥ ـ تكون نسبة جرعة العمق في الماء عند عمق ١٠ سم لمجال ١٠ × ١٠ سم عند استخدامه.

ـ ٣٦٪ بالنسبة لشعاع ذو جهد ٢٥٠ كيلوفولت وعلى بعد بؤري من الجلد ٥٠سم لشعاع ذو ترشيح ٢ ملم نحاس (طبقة نصف القيمة).

ـ ٥٨٪ بالنسبة لشعاع من اشعة جاما ـ كوبالت ـ ٦٠ على بعد ١ متر (مسافة الجلد ـ للمصدر).

٦ ـ تزيد نسبة جرعة العمق لشعاع سيني مع المسافة بين البؤرة والجلد للمريض بسبب:

ـ زيادة عدد فوتونات على العمق الى الفوتونات على السطح.

ـ قلة الانفراج الشعاعي.

٧ ـ ان اتجاه منحنيات تساوي الجرعة لشعاع سيني ذو جهد ٢٥٠ كيلوفولت يسبب :

ـ انحراف الشعاع

ـ عتامة الترشيح.

ـ الامتصاص الذاتي في هدف انبوبة اشعة اكس . شكل (١٢ ـ ٣).

٨ ـ المرشحات المائلة

ـ قد تستخدم للتباين مع فراغات الهواء.

ـ تستخدم لتحسين انتظامية الجرعة للمنطقة المعالجة.

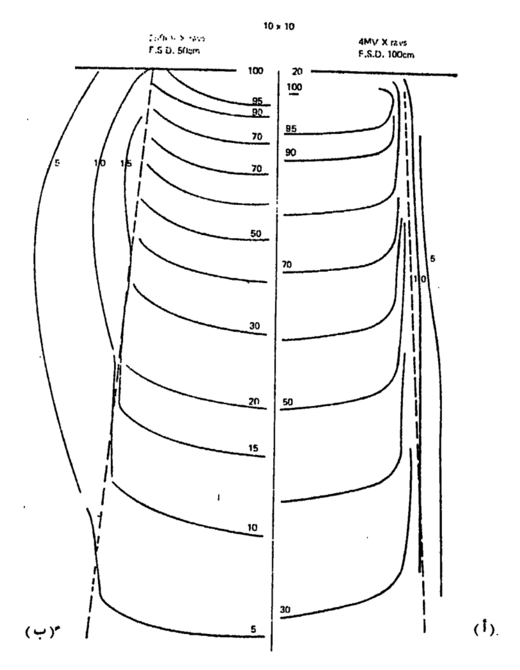
٩ ـ مرشحات المائلة المستخدمة لأشعة جاما . ـ الكوبالت ـ ٦٠ ـ مصنعة من الرصاص.

١٠ ـ ان المباين النسيجي عبارة عن جهاز يستخدم في العلاج بالاشعاع ويعمل على تحسين انتظامية توزيع الجرعة.

١١ ـ ان عمق اقصى جرعة ساقطة من شعاع علاجي باستخدام وحدة الكوبالت ـ ٦٠:

ـ يكون على عمق ٥ ملم.

ـ ويكون اكبر نسبة الى شعاع علاجي من وحدة السيزيوم ـ ١٣٧.



أ ـ ٤ مليون الكترون فولت ـ اشعة اكس
ب ـ ٢٥٠ كيلو الكترون فولت ـ اشعة اكس

شكل (١٢ ـ ٣) منحنيات تساوي الجرعة

١٢ ـ اذا فصل بين شعاعين من الكوبالت ـ ٦٠ بواسطة نسيج سمكه ٢٠ سم وكانت المسافة بين المصدر وجسم المريض متر لكل من المجالين فإن نسبة جرعة العمق على بعد ١٠سم تكون اكبر من ١٠٠٪. ولن تحدث جرعة قصوى على الجلد.

١٣ ـ ان مصدر العلاج بإشعاع كوبالت ـ ٦٠ :

- ذو مادة فعالة في شكل اقراص من الكوبالت.
- أو في شكل كوبسولات من الكوبالت.
- وعادة فإنه مغلف بطبقتين من الحديد الذي لا يصدأ.

١٤ ـ ان مصدر العلاج بإشعاع السيزيوم ـ ١٣٧ قد يستخدم على شكل كلوريد السيزيوم.

١٥ ـ تستخدم النويدات التالية كمصادر داخلية interstitial مثل (CS - 137 ـ السيزيوم ـ ١٣٧) و (الذهب ـ ١٩٨ ـ Au - 198).

١٦ ـ ان النشاط الاشعاعي الكلي المستخدم لزرع السيزيوم ١٣٧ يعتمد على :

- كتلة النسيج المعالج.
- الجرعة الكلية المزروعة للعلاج.

١٧ ـ اسلاك الايرديوم ـ ١٩٢ ـ Iv - 192 .

- تكون عادة مغطاة بالبلاتنيوم.
- تشع جسيمات بيتا.
- وقد تستخدم كمصادر تجميل لاحقة.

١٨ ـ تستخدم المعجل الخطي في العلاج بالاشعة ذو مرشد موجات وبه تعجل الالكترونات. كما انه مزود بمرشح flattening .

١٩ ـ تسوية المعجلات الخطية :

ـ بها اهداف انتقالية لتوليد اشعة اكس.

ـ قادرة على توليد حزم من الاشعة السينية ذات مناطق شبه ظل صغيرة.

ـ المستخدم في العلاج بالاشعة يمكن توجيهها بتركيز متساوي isocentrically.

٢٠ ـ تستخدم البيتاترونات في العلاج بالاشعة :

ـ تستخدم مغناطيس كهربي.

ـ ذات شبكة filament

ـ قد تستخدم في العلاج بالالكترونات.

المراجع

Johns H.E., Cunningham J.R. 1980. The Physics of Radiology. Thomas, Illinois, chs. 10-14.

Meredith W.J., Massey J.B. 1977, Fundamental Physics of radiology, section 3., Wright, Bristol.

Walter J. 1978 Cancer and radiotheracy, Churchill Livingstone, Edinburgh.

مصطلحات علمية

radiotherapy	العلاج بالاشعاع
percentage	نسبة مئوية
depth	العمق
dose	الجرعة
beam	حزمة او شعاع
field	مجال

size	حجم (مساحة)
filteration	الترشيح
source	مصدر
skin	جلد (المريض)
distance	مسافة
back scatter	التشتت الخلفي
factor	معامل
HVL	طبقة نصف العمق
Cobalt- 60	كوبالت ـ ٦٠
Caesium-137	سيزيوم ـ ١٣٧
FSD	مسافة المصدر من الجلد (المريض)
FSD	المسافة من بؤ رة انبوبة جهاز الاشعة وجلد المريض
carvature	انحاء
isodose	تساوي الجرعة
wedge	مرشح معدني على شكل مثلث
filters	مرشحات
tissue	نسيج
compensator	معادل
device	جهاز
maximum	قيمة عظمى
interstitial	داخلي
implant	زرع (المصدر بالجسم)
interstitial sources	مصادر داخلية
iridium- 192	ايرديوم ـ ١٩٢
wires	اسلاك

معجل خطي linear accelerator

البيتاترون Betatron

مراجع عامة

١ ـ د. محمد احمد جمعة والسيد صلاح الدين مصطفى ـ الاشعاع الذري ـ دليل وطرق الوقاية ـ دار الراتب الجامعية ـ بيروت ١٩٨٤ .

٢ ـ د . محمد احمد جمعة ـ تلوث البيئة والاشعاع والأمان ـ مكتبة الخريجي ـ الرياض ـ ١٩٨٥ .

3 — THE Bryant and 3 Lovell, MCQs in Radiological Physics 1983 Churchill Livingstone, London.

ملحق (١)

النظام الدولي للوحدات

International System of Units

الطول	متر	m
الكتلة	كيلوجرام	Kg
الزمن	ثانية	S
درجة الحرارة	كلفن	K
تيار	امبير	A
تردد	هرتز	S^{-1} = HZ
القوة	نيوتن	$Kg.m / s^2 = N$
ضغط	بسكال	$N / m^2 = Pa$
طاقة	جول	N.m = J
قدرة	واط	$J.S^{-1} = W$
الشحنة	كولومب	A.S = C
جهد	فولت	J / C = V
مقاومة	اوم	V / A = Ω
سعة	فاراد	C / V = F
حث	هنري	Wb / A = H
تدفق المغناطيس	ويبر	V.S = Wb
حث مغناطيسي	كسلا	,fv M ljv lvfy = T

ملحق (٢)

ثوابت فيزيائية

١ ـ وحدة الانجشتروم	A° = $١٠^{-٤}$ ميكرومتر = $١٠^{-٨}$ سم .
٢ ـ ثابت أفوجادرو	N = ٦,٠٢٢ × $١٠^{٢٣}$ لكل مول .
٣ ـ نصف قطر بوهر	ص = ٠,٥٢٩١٧ انجشتروم .
٤ ـ ثابت بولتزمان	K = ١,٣٨ × $١٠^{-٢٣}$ جول / كلفن .
٥ ـ وحدة الشحنة	q = ١,٦٠٢ × $١٠^{-١٩}$ كولومب .
٦ ـ كتلة الالكترون الساكن	m_o = ٩,١ × $١٠^{-٣١}$ كيلوجرام .
٧ ـ الالكترون فولت	cV = ١,٦ × $١٠^{-١٩}$ حول .
	= ٢٣,٠٥٣ كيلو كالوري / مول .
٨ ـ ثابت الغاز	R = ١,٩٨٧ كالوري لكل مول . كلفن
٩ ـ ثابت بلانك	h = ٦,٦٢ × $١٠^{-٣٤}$ جول ـ ثانية
١٠ ـ ثابت بلانك المختصر	T = ١,٠٥٤ × $١٠^{-٣٤}$ جول ـ ثانية
١١ ـ كتلة البروتون الساكن	M_p = ١,٦٧ × $١٠^{-٢٧}$ كيلوجرام
١٢ ـ سرعة الضوء من الفراغ	C = ٢,٩٩٧٩ × $١٠^{١٠}$ سم / ث
١٣ ـ ضغط الجوي القياسي	١,٠١٣٢٥ × $١٠^{٠}$ نيوتن / متر مربع
١٤ ـ طول الموجه الموافق لواحد الكترون فولت	Y = ١,٢٤ ميكرومتر .
١٥ ـ سيلكون ـ عرض المنطقة المحرمة عند ٣٠٠° كلفن	= ١,١٢ الكترون فولت
١٦ ـ جرمانيوم ـ عرض المنطقة المحرمة عند ٣٠٠° كلفن	= ٠,٦٦ الكترون فولت
١٧ ـ جرمانيوم ارزنيك ـ عرض المنطقة المحرمة عند ٣٠٠° كلفن	= ١,٤٢٤ الكترون فولت



شركة منشورات
دار الراتب الجامعية
DAR EL-RATEB AL-JAMIAH

□ الادارة: مقابل جامعة بيروت العربية ـ بناية اسكندراني رقم (٣) الطابق ٢ تلفون ٣١٣٩٣٤ ـ ٣١٧١٦٩ تلكس: Rateb 43917 LE
□ المكتبة: سوفنير ـ مقابل جامعة بيروت العربية ـ بناية سعيد جعفر ـ تلفون ٣٠٦٥٠٥ ص.ب. ١٩٥٢٢٩ بيروت ـ لبنان